

98 P 1216



(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

(12) **Offenlegungsschrift**
(10) **DE 195 22 178 A 1**

(51) Int. Cl. 6:
G 01 N 27/409
G 01 M 15/00
F 02 D 41/06
F 02 D 41/14 **E2**

(21) Aktenzeichen: 195 22 178.8
(22) Anmeldetag: 19. 6. 95
(43) Offenlegungstag: 21. 12. 95

B 1

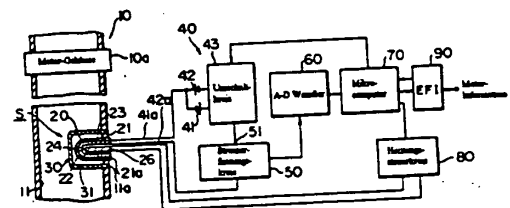
DE 195 22 178 A 1

- (30) Unionspriorität: (32) (33) (31)
20.06.94 JP P 6-136816 28.06.94 JP P 6-145910
30.06.94 JP P 6-149098
- (71) Anmelder:
Nippondenso Co., Ltd., Kariya, Aichi, JP
- (74) Vertreter:
Tiedtke, Bühling, Kinne & Partner, 80336 München

(72) Erfinder:
Hasegawa, Jun, Kariya, Aichi, JP; Isomura, Shigenori, Kariya, Aichi, JP; Mizoguchi, Tomomichi, Nagoya, Aichi, JP; Nakamori, Yasutaka, Anjo, Aichi, JP

(54) Erfassungsvorrichtung für eine Sauerstoffkonzentration

(57) Um die Zeitdauer abzukürzen, während der eine O₂-Konzentration (Sauerstoff) nicht erfaßt werden kann, wird eine Temperatur eines Fühlerabschnittes (20) erfaßt, indem der Fühlerabschnitt (20) durch einen Vorspannungssteuerkreis (40) negativ unter Vorspannung gesetzt wird und indem ein Mikrocomputer (70) veranlaßt wird, einen davon gesättigten Strom einmal zu berechnen, und zwar bevor der durch den Fühlerabschnitt (20) fließende Strom aufhört um einen Stromwert zu steigen, der durch einen Stromerfassungskreis (50) zu dieser Zeit erfaßt wird. Weiterhin wird der Fühlerabschnitt (20) gleich nach dem Verstreichen der Zeitdauer durch den Vorspannungssteuerkreis (40) positiv unter Vorspannung gesetzt und ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis wird zu dieser Zeit durch den Mikrocomputer (70) erfaßt, wenn der Stromfluß durch den Fühlerabschnitt (20) infolge der positiven Vorspannung zu fallen aufhört, mit dem Strom der positiven Vorspannung zu fallen aufhört, mit dem Strom zu dieser Zeit. Weiterhin ist die Periode, während der die negative Vorspannung aufgebracht wird variabel durch den Mikrocomputer (70) festgelegt, und zwar in Antwort auf Veränderungen der Motor- bzw. Maschinentemperatur und der Menge an Einlaßluft. Weiter wird die Temperatur des Fühlerabschnittes (20) erfaßt und basierend darauf eine Heizung (26) gesteuert, um den Fühler schnell zu aktivieren.



DE 195 22 178 A 1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Erfassungsvorrichtung für eine Sauerstoffkonzentration (O_2) zur Erfassung eines Luft-Kraftstoff-Verhältnisses (im folgenden "LKV"), d. h. einer O_2 -Konzentration oder etwas ähnlichem, innerhalb eines Abgases einer Verbrennungskraftmaschine und insbesondere eine Erfassungsvorrichtung für eine O_2 -Konzentration, die zur Erfassung eines O_2 -Konzentration geeignet ist und einen O_2 -Fühler des Grenzstromtyps einsetzt.

Bisher wurde bei einer Erfassungsvorrichtung für eine O_2 -Konzentration dieses Typs bemerkt, daß ein innerer elektrischer Widerstand eines O_2 -Fühlers des Grenzstromtyps sich mit der Temperatur verändert und daß eine Strom-Spannung-Charakteristik, die die Temperatur des O_2 -Sensors spezifiziert, d. h. den Innenwiderstand, durch einen Nullpunkt verläuft; der O_2 -Fühler wird während einer ersten Periode durch eine positive Spannung mit einer positiven Spannung beaufschlagt und wird während einer zweiten Periode durch eine negative Spannung mit einer negativen Spannung beaufschlagt und die Ströme, die durch den O_2 -Fühler in der ersten und der zweiten Periode fließen, werden erfaßt, um eine O_2 -Konzentration auf der Basis des in der ersten Periode erfaßten Stroms zu ermitteln und um einen elektrischen Innenwiderstand des O_2 -Fühlers auf der Basis des in der zweiten Periode erfaßten Stroms zu ermitteln, wie es zum Beispiel in der Japanischen Patentoffenlegungsschrift Nr. 59-163 556 (US-PS-4,543,176) offenbart ist. Dann wird ein LKV stabil auf der Basis der erfaßten O_2 -Konzentration erfaßt, nachdem die Temperatur des O_2 -Fühlers sehr genau gesteuert wird, um ihn in einem aktiven Zustand zu halten, indem er beheizt wird, so daß der erfaßte Innenwiderstand nahezu konstant wird.

Weiterhin ist zu anzumerken, daß der Innenwiderstand und die Temperatur des O_2 -Fühlers sich im Verhältnis 1 : 1 entsprechen, so daß Beschränkungen in dem nutzbaren Temperaturbereich und in dem meßbaren O_2 -Konzentrationsbereich verhindert werden können, und zwar durch Erfassung des Innenwiderstandes des O_2 -Fühlers, durch Berechnung einer Spannung, die an den O_2 -Fühler in Antwort auf den erfaßten Wert des Innenwiderstandes angelegt wird und durch Anlegung der Spannung an den O_2 -Fühler basierend auf dieser Berechnung, wie es in den Japanischen Patentveröffentlichungen Nr. 1-28905 (US-PS-4,626,338) und Nr. 1-25419 (US-PS-4,626,338) offenbart ist.

Bei der Vorrichtung, die wie oben beschrieben aufgebaut ist, besteht jedoch ebenfalls ein Problem als ein erster Nachteil, nämlich daß, da die oben erwähnte Periode gleichförmig wiederholt wird, das LKV nur nach dem Verstreichen dieser zweiten Periode festgestellt werden kann und daß die Periode, in der das LKV festgestellt werden kann, verzögert wird, sogar wenn es die Umstände erlauben, das LKV stabil zu bestimmen. Weiterhin, da die oben erwähnte zweite Periode wiederholt festgesetzt wird, und zwar unabhängig von einem Abfall der Temperatur des O_2 -Fühlers, fällt die Periode, in der die negative Spannung auf den O_2 -Fühler aufgebracht wird nicht notwendigerweise mit der Periode zusammen, in der die Temperatur des O_2 -Fühlers anfängt zu fallen. Dementsprechend, falls die Temperatur des O_2 -Fühlers zu sehr abfällt vor der nächsten Periode, in der die negative Spannung aufgebracht wird, nach einem Zustand, in dem das LKV stabil festgestellt werden kann, der einmal besteht, wird es eine lange Zeitdauer in

Anspruch nehmen bevor das LKV stabil festgestellt werden kann, sogar wenn die Temperatur durch Aufbringung der negativen Spannung kontrolliert wird, wie es oben beschrieben worden ist, da das Ansprechen des O_2 -Fühlers auf die Temperatur gering ist. In einem solchen Fall, da die oben beschriebene zweite Periode auf eine Zeit gesetzt wird, die notwendig ist, um den Innenwiderstand des O_2 -Fühlers zu stabilisieren, wird die Periode, in der das LKV bestimmt werden kann, sogar weiter verzögert.

In der Vorrichtung, die wie oben beschrieben aufgebaut ist, besteht ein anderes Problem als ein zweiter Nachteil, nämlich daß das LKV, welches vor der Aktivierung des O_2 -Fühlers erfaßt worden ist, nicht notwendigerweise zuverlässig ist. Unter Berücksichtigung der Betriebsleistung der Verbrennungskraftmaschine nach dem Start des Motors ist es nicht notwendig ein LKV zu erfassen, welches nach dem Motorstart ungenau ist. Hingegen ist es wesentlich wichtiger die Temperatur des Fühlers schnell auf die Aktivierungstemperatur durch Steuerung einer Heizung anzuheben.

Dementsprechend ist es eine Hauptaufgabe der vorliegenden Erfindung den oben erwähnten ersten Nachteil zu beseitigen, indem die Zeit beträchtlich verkürzt wird, in der die O_2 -Konzentration mit einer O_2 -Konzentrationserfassungsvorrichtung nicht erfaßt werden kann, indem eine zeitliche Abstimmung zur Erfassung eines Innenwiderstandes und eine zeitliche Abstimmung zur Erfassung eines LKVes in Übereinstimmung mit dem Ausmaß der Notwendigkeit gesteuert wird.

Es ist eine andere Aufgabe der vorliegenden Erfindung den oben erwähnten zweiten Nachteil zu beseitigen, indem eine O_2 -Konzentration (LKV) in einer kurzen Zeitdauer nach dem Starten des Motors genau gemessen wird, indem ständig eine negative Spannung aufgebracht wird, bis der O_2 -Fühler aktiviert ist und indem die Temperatur des Fühlers erfaßt wird und die Reizung gesteuert wird, um die Temperatur des Fühlers rasch auf die Aktivierungstemperatur des Fühlers zu heben.

Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung den ersten Nachteil zu lösen, indem die Zeitdauer beträchtlich verkürzt wird, während der die O_2 -Konzentration mit der Erfassungsvorrichtung für die O_2 -Konzentration nicht erfaßt werden kann, und zwar durch Erfassung der O_2 -Konzentration in einer kurzen Zeitspanne durch Berechnung eines Stromwertes nach einer Konvergenz um einen Stromwert in Richtung der Konvergenz, nachdem die positive Spannung aufgebracht wurde.

Wie es in der Fig. 1A gezeigt ist, wird entsprechend einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung eine Erfassungsvorrichtung für eine O_2 -Konzentration vorgesehen, die zusätzlich zu einem O_2 -Fühler des Grenzstromtyps folgendes umfaßt: Spannungsaufbringungsmittel, Stromerfassungsmittel, Widerstandserfassungsmittel und O_2 -Konzentrationserfassungsmittel, Zeitsteuerungsveränderungsmittel zur veränderten Festsetzung der Zeit zum Umschalten der Spannung von der positiven Spannung zu der negativen Spannung, die auf den O_2 -Fühler von den Spannungsaufbringungsmitteln aufgebracht wird.

Durch eine Konstruktion, wie oben beschrieben, kann die Zeitsteuerung (timing) zum Umschalten der auf den O_2 -Fühler aufgetragenen Spannung auf die negative Spannung variabel durch die Zeitsteuerungsveränderungsmittel festgesetzt werden, so daß die Periode, in der die positive Spannung auf den O_2 -Fühler aufge-

bracht wird, um die O_2 -Konzentration zu erfassen, verlängert werden kann, und zwar durch Verlängerung des Temperaturerfassungsintervalls in einem Zustand, in dem sich die Temperatur des O_2 -Fühlers nur geringfügig verändert.

Wie es in der Fig. 1B gezeigt ist, umfaßt nach einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung eine vorgesehene Erfassungsvorrichtung für eine O_2 -Konzentration einen O_2 -Fühler vom Grenzstromtyp, Aktivierungsfeststellungsmittel, Spannungsaufbringungsmittel, 10 Negativspannungsaufbringungsfortsetzungsmittel, Stromerfassungsmittel, Fühlertemperaturerfassungsmittel, O_2 -Konzentrationserfassungsmittel, eine Heizung und Heizungssteuerungsmittel zur Steuerung der Beheizung der Heizung, basierend auf der Fühlertemperatur, die von den Fühlertemperaturerfassungsmitteln 15 erfaßt wurde.

Durch eine Konstruktion, wie oben beschrieben, wird die negative Spannung kontinuierlich durch die Negativspannungsaufbringungsfortsetzungsmittel durch die Spannungsaufbringungsmittel auf den O_2 -Fühler aufgebracht, bis festgestellt wird, daß der O_2 -Fühler durch die Aktivierungsfeststellungsmittel aktiviert wurde und die Fühlertemperatur des O_2 -Fühlers durch die Fühlertemperaturerfassungsmittel auf der Basis des erfaßten Stroms 20 erfaßt wurde, wenn die negative Spannung auf den O_2 -Fühler aufgebracht wird. Das Beheizen der Heizung wird durch die Heizungssteuerungsmittel auf der Basis der Fühlertemperatur gesteuert, die von den Fühlertemperaturerfassungsmitteln erfaßt wurde, um die Fühlertemperatur rasch auf die Aktivierungstemperatur zu bringen. Danach, wenn von den Aktivierungsfeststellungsmitteln festgestellt wurde, daß der O_2 -Fühler 25 aktiviert wurde, wird die positive Spannung auf den O_2 -Fühler aufgebracht und dann wird die negative Spannung für eine vorbestimmte Zeitspanne aufgebracht, um die O_2 -Konzentration durch die O_2 -Konzentrationserfassungsmittel zu erfassen, und zwar auf der Basis des erfaßten Stromes, wenn die positive Spannung auf den O_2 -Fühler aufgebracht wird, sowie die Fühlertemperatur des O_2 -Fühlers durch die Fühlertemperaturerfassungsmittel auf der Basis des erfaßten Stroms 30 erfaßt wird, wenn die negative Spannung für eine vorbestimmte Zeitspanne auf den O_2 -Fühler aufgebracht wird.

Wie es in der Fig. 1C gezeigt ist, ist gemäß eines dritten Aspekts der vorliegenden Erfindung eine Erfassungsvorrichtung für eine O_2 -Konzentration vorgesehen, die sich von der Vorrichtung nach dem ersten Aspekt darin unterscheidet, daß sie Grenzstromvoraussagemittel zur Voraussage eines Grenzstromes umfaßt, nach der Konvergenz um/durch einen erfaßten Strom in Richtung der Konvergenz, nachdem die positive Spannung auf den O_2 -Fühler aufgebracht wurde, sowie O_2 -Konzentrationserfassungsmittel zur Erfassung der O_2 -Konzentration auf der Basis des vorhergesagten Grenzstroms umfaßt.

Durch eine oben beschriebene Konstruktion wird zuerst die positive Spannung und dann die negative Spannung angelegt, indem auf diese umgeschaltet wird, und zwar an den O_2 -Fühler für eine vorbestimmte Zeitspanne, mittels der Spannungsaufbringungsmittel, um den Strom durch die Stromerfassungsmittel zu erfassen, der durch den O_2 -Fühler infolge des Anlegens der Spannung fließt, und um einen Gleichstromwiderstand des O_2 -Fühlers durch die Widerstandserfassungsmittel auf der Basis des erfaßten Stroms zu erfassen, wenn die negative Spannung auf den O_2 -Fühler für die vorbe-

stimmte Zeitspanne aufgebracht wird. Dann wird der Grenzstrom nach der Konvergenz aus dem erfaßten Strom in Richtung der Konvergenz vorhergesagt, nach der Anlegung der positiven Spannung an den O_2 -Fühler durch die Grenzstromvoraussagemittel, sowie die O_2 -Konzentration durch die O_2 -Konzentrationserfassungsmittel auf der Basis des vorhergesagten Grenzstroms erfaßt wird.

Die spezifische Natur der vorliegenden Erfindung sowie andere Aufgaben, Einsatzmöglichkeiten und Vorteile davon werden durch die Beschreibung und durch die zugehörigen Zeichnungen verständlich.

In den zugehörigen Zeichnungen zeigt bzw. zeigen:

Fig. 1A bis 1C Blockdiagramme, die den allgemeinen Aufbau der vorliegenden Erfindung darstellen;

Fig. 2 ein Blockschaltendiagramm, das eine Ausführungsform gemäß eines ersten Aspektes darstellt;

Fig. 3A eine vergrößerte Teilansicht eines Fühlerabschnittes eines O_2 -Fühlers aus der Fig. 2 und Fig. 3B eine Funktion, die eine Grenzstrom-Spannungscharakteristik des O_2 -Fühlers mit einem Parameter der Temperatur darstellt;

Fig. 4 ein Flußdiagramm, das den Betrieb eines Mikrocomputers aus der Fig. 2 darstellt;

Fig. 5A1 und 5A2 Zeitdiagramme, die die Wellenformen von Spannungen darstellen, die an den Fühlerabschnitt angelegt werden und die Wellenformen von Strömen darstellen, die durch den Sensorabschnitt fließen, wenn er unter negativer und positiver Spannung steht, sowie die Fig. 5B eine Funktion zeigt, in der eine Beziehung zwischen einer O_2 -Konzentration und einem Grenzstrom dargestellt ist;

Fig. 6A und 6B Zeitdiagramme, die die Wellenformen von Spannungen darstellen, die an den Fühlerabschnitt angelegt werden und die Wellenformen von Strömen darstellen, die durch den Sensorabschnitt fließen, wenn er unter negativer und positiver Spannung steht, ähnlich der Darstellung in den Fig. 5A1, 5A2 und 5B;

Fig. 7 ein Flußdiagramm, in dem der Betrieb des Mikrocomputers in einer anderen Ausführungsform dargestellt ist, die zu dem ersten Aspekt in Relation steht;

Fig. 8 ein Flußdiagramm, in dem ein Detail eines Verfahrens zur variablen Festsetzung der Temperaturerfassungsperiode in jeder der oben erwähnten Ausführungsformen dargestellt ist;

Fig. 9A und 9B Funktionen, in denen ein Erfassungsperiodenkennfeld 1 für einen Aufwärmzustand und ein Erfassungsperiodenkennfeld 2 mit Bezug zu unterschiedlichen Betriebszuständen dargestellt ist;

Fig. 10A und 10B Zeitdiagramme zur Erklärung des Betriebes nach der Fig. 8;

Fig. 11 ein Flußdiagramm, in dem ein Detail eines Verfahrens zur variablen Festsetzung der Temperaturerfassungsperiode in jeder der oben erwähnten Ausführungsformen dargestellt ist;

Fig. 12 ein Flußdiagramm, in dem ein Detail eines Verfahrens zur variablen Festsetzung der Temperaturerfassungsperiode in jeder der oben erwähnten Ausführungsformen dargestellt ist;

Fig. 13A und 13B Zeitdiagramme zur Erklärung des Betriebes nach der Fig. 12;

Fig. 14 ein Flußdiagramm, in dem eine zusätzliche Ausführungsform zur Verhinderung einer negativen Spannung dargestellt ist, wenn sich das LKV ändert (zu der Fig. 4 hinzunehmen);

Fig. 15A und 15B Zeitdiagramme zur Erklärung des Betriebes nach der Fig. 14;

Fig. 16 ein Flußdiagramm, in dem die zusätzliche Aus-

5
führungsform dargestellt ist, die zu der Fig. 4 hinzugefügt werden soll, zur Verhinderung der negativen Spannung, wenn sich das LKV ändert;

Fig. 17A bis 17C Zeitdiagramme zur Erklärung des Betriebs nach der Fig. 16;

Fig. 18 ein Flußdiagramm, in dem die zusätzliche Ausführungsform dargestellt ist, die zu der Fig. 4 hinzugefügt werden soll, zur Verhinderung der negativen Spannung, wenn sich das LKV ändert;

Fig. 19A und 19B Zeitdiagramme zur Erklärung des Betriebs nach der Fig. 18;

Fig. 20 ein Flußdiagramm, in dem der Betrieb des Mikrocomputers nach einer Ausführungsform dargestellt ist, die in Bezug zu einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung steht;

Fig. 21A und 21B Zeitdiagramme, in denen Wellenformen von Spannungen dargestellt sind, die an den Fühlerabschnitt angelegt werden und in denen Wellenformen von Strömen dargestellt sind, die durch den Fühlerabschnitt strömen, wenn er mit einer negativen und positiven Spannung beaufschlagt wird;

Fig. 22A bis 22C Zeitdiagramme zur Erklärung des Betriebs der Ausführungsform nach der Fig. 20;

Fig. 23 ein Flußdiagramm einer Ausführungsform, die in Bezug zu einem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung steht;

Fig. 24A und 24B Zeitdiagramme, in denen Wellenformen von Spannungen dargestellt sind, die an den Fühlerabschnitt angelegt werden und in denen Wellenformen von Strömen dargestellt sind, die durch den Fühlerabschnitt strömen, wenn er mit einer negativen und positiven Spannung beaufschlagt wird;

Fig. 25 ein Flußdiagramm, in dem ein Detail eines Verfahrens zur Berechnung des Grenzstromes bei den oben erwähnten Ausführungsformen dargestellt ist;

Fig. 26 ein Flußdiagramm, in dem ein anderes Detail des Verfahrens zur Berechnung des Grenzstromes bei den oben erwähnten Ausführungsformen dargestellt ist;

Fig. 27 eine Funktion, in der ein Kennfeld der Abweichung eines Grenzstroms zu einer Variation des Absolutwertes eines erfaßten Stroms dargestellt ist; und

Fig. 28 ein elektrisches Anschlußdiagramm, in dem ein Spannungssteuerkreis nach der Fig. 2 dargestellt ist.

[Erster Aspekt]

Ein erster Aspekt der vorliegenden Erfindung wird nun im folgenden mit Bezug zu den Fig. 1A und 2 bis 19 beschrieben werden. In der Fig. 2 ist eine Erfassungsvorrichtung für eine O₂-Konzentration nach der vorliegenden Erfindung dargestellt, die bei einer Verbrennungskraftmaschine 10 eingesetzt wird. Die Erfassungsvorrichtung für eine O₂-Konzentration umfaßt einen O₂-Fühler S des Grenzstromtyps, der an einem Auspuffrohr 11 angebracht ist, das sich von einem Motorgehäuse 10a der Verbrennungskraftmaschine aus erstreckt. Der O₂-Sensor S umfaßt einen Fühlerabschnitt 20 und eine Abdeckung 30, die einen tassenförmigen Abschnitt aufweist. Der Fühlerabschnitt 20 ist innerhalb einer Befestigungsöffnung 11a angebracht, die durch ein Teil einer Umfangswand des Auspuffrohres 11 an dem basalen Endabschnitt davon durchtritt und erstreckt sich in Richtung auf die Innenseite des Auspuffrohres 11.

Der Fühlerabschnitt 20 umfaßt, wie es im Stand der Technik bekannt ist, eine Diffusionswiderstandsschicht 21 mit einem tassenförmigen Abschnitt. Die Diffusionswiderstandsschicht 21 ist in der Befestigungsöffnung 11a des Auspuffrohres 11 an einem Offenendabschnitt

21a davon angebracht. Die Diffusionswiderstandsschicht 21 wird durch Plasmaflammenbeschichtung mit ZrO₂ oder etwas ähnlichem hergestellt. Der Fühlerabschnitt 20 umfaßt eine feste Elektrolytschicht 22, die tassenförmig mit einem gesinterten Körper eines Sauerstoffionenkonduktivoxides hergestellt ist und ist homogen an der inneren Umfangswand der Diffusionswiderstandsschicht 21 angebracht, wobei eine dazwischen angeordnete abgasseitige Elektroden-schicht 23 vorgesehen ist, die einen tassenförmigen Abschnitt aufweist. Eine atmosphärenseitige Elektroden-schicht 24 ist homogen an der Innenfläche der festen Elektrolytschicht 22 befestigt und hat eine tassenförmige Gestaltung. In dem oben beschriebenen Fall sind die gasseitige Elektroden-schicht 23 und die atmosphärenseitige Elektroden-schicht 24 ausgebildet, um vollständig porös durch ein Edelmetall wie etwa Platin zu sein, das eine hohe katalytische Aktivität durch chemisches Plattieren (Galvanisieren) oder etwas ähnliches hat. Eine Fläche und die Dicke der abgasseitigen Elektroden-schicht 23 beträgt jeweils etwa 10 bis 100 mm² und 0,5 bis 2,0 Mikrometer und die der atmosphärenseitigen Elektroden-schicht 24 beträgt jeweils mehr als 10 mm² und etwa 0,5 bis 2,0 Mikrometer.

Der Fühlerabschnitt 20, der wie oben beschrieben aufgebaut ist, erzeugt eine eine fette oder magere konzentrationsabhängige elektromotorische Kraft an einem stöchiometrischen Punkt und einen Grenzstrom in Antwort auf die O₂-Konzentration auf der mageren Seite des stöchiometrischen LKVses. Zu dieser Zeit wird der Grenzstrom, der der O₂-Konzentration entspricht, durch den Bereich oder die Fläche der abgasseitigen Elektroden-schicht 23, der Dicke und der Porosität und dem durchschnittlichen Porendurchmesser der Diffusionswiderstandsschicht 21 bestimmt. Obwohl es der Fühlerabschnitt 20 erlaubt die O₂-Konzentration mit einer linearen Charakteristik zu erfassen, kann seine aktive Fläche nicht nur alleine durch das Beheizen durch das Abgas der Verbrennungskraftmaschine gesteuert werden, da er eine hohe Temperatur von mehr als 650°C benötigt, um den Fühlerabschnitt 20 zu aktivieren sowie sein aktiver Temperaturbereich eng ist. Infolge dieser Tatsache wird eine Heizung 26 (wird später beschrieben) eingesetzt, um die Beheizung zu steuern. Es sollte angemerkt werden, das eine Konzentration von Kohlenstoffmonooxid (CO), das ein unverbranntes Gas ist, sich nahezu linear mit dem LKV auf der fetten Seite des stöchiometrischen LKVses ändert und ein dementsprechender Grenzstrom wird erzeugt.

Eine Spannungs-Strom-Charakteristik des Fühlerabschnittes 20 mit einem Parameter der Temperatur des Fühlerabschnittes 20 wird im folgenden beschrieben werden. Diese Spannungs-Strom-Charakteristik zeigt, daß eine Beziehung zwischen einem Strom, der durch die feste Elektrolytschicht 22 des Fühlerabschnittes 20 fließt, der proportional zu der erfaßten O₂-Konzentration (LKV) des O₂-Sensors S ist und einer Spannung, die an die feste Elektrolytschicht 22 angelegt wird, linear ist. Dann, wenn der Fühlerabschnitt 20 sich im aktiven Zustand befindet, bei einer Temperatur $T = T_1$, zeigt er einen stabilen Zustand, wie es durch eine charakteristische Funktion L1 (die durchgezogene Linie in der Fig. 3B) dargestellt ist. Hierbei spezifiziert der lineare Abschnitt der charakteristischen Funktion L1, der parallel zu der Spannungsachse V verläuft, den Grenzstrom des Fühlerabschnittes 20. Weiterhin entspricht des Ansteigen bzw. Abfallen dieses Grenzstroms einer Vergrößerung bzw. Verringerung (d. h. mager oder fett) des

LKVses. Wenn die Temperatur T des Fühlerabschnittes 20 T2 beträgt, was niedriger ist als T1, wird die Strom-Spannungs-Charakteristik durch eine charakteristische Funktion L2 spezifiziert, die durch eine gestrichelte Linie in der Fig. 3B dargestellt ist. Hierbei spezifiziert ein linearer Abschnitt der charakteristischen Funktion L2, der parallel zu der Spannungsachse V verläuft, den Grenzstrom des Fühlerabschnittes 20 bei $T = T_2$, und dieser Grenzstrom entspricht nahezu dem Grenzstrom der charakteristischen Funktion L1.

Wenn eine positiv an dem Fühlerabschnitt 20 angelegte Spannung V_{pos} auf die feste Elektrolytschicht 22 aufgebracht wird, wird der Strom, der durch den Fühlerabschnitt 20 fließt, zu einem Grenzstrom I_{pos} (siehe Punkt P1 in der Fig. 3B) bei der charakteristischen Funktion L1. Wenn eine negativ an dem Fühlerabschnitt 20 angelegte Spannung V_{neg} auf die feste Elektrolytschicht 22 aufgebracht wird, wird der Strom, der durch den Fühlerabschnitt 20 fließt zu einem negativen Grenzstrom I_{neg} , der nicht von der O_2 -Konzentration abhängig ist, sondern der nur zu der Temperatur proportional ist und der durch den Punkt P2 spezifiziert ist. Dementsprechend kann der Fühlerabschnitt 20 in dem aktiven Zustand durch Steuerung der Beheizung der Heizung 26 gehalten werden, indem der Grenzstrom I_{neg} zu dieser Zeit eingesetzt wird, um den Innenwiderstand des Fühlerabschnittes 20 (Gleichstromwiderstand) konstant zu halten, d. h. die Temperatur des Fühlers bzw. Sensors.

Wiederum bezugnehmend auf die Fig. 2 umfaßt der Fühlerabschnitt 20 die Heizung 26, die innerhalb der atmosphärenseitigen Elektrodenschicht 24 angeordnet ist, zur Beheizung der atmosphärenseitigen Elektrodenschicht 24, der festen Elektrolytschicht 22, der abgasseitigen Elektrodenschicht 23 und der Diffusionswiderstandsschicht 21 durch ihre exotherme Energie. Hierbei hat die Heizung 26 eine Heizkapazität, die ausreicht, um den Fühlerabschnitt 20 zu aktivieren. Die Abdeckung 30 deckt den Fühlerabschnitt 20 ab und ist an einem Teil der Umfangswand des Auspuffrohrs 11 an dessen Offenabschnitt angebracht. Ein kleines Loch 31 perforiert einen Teil der Umfangswand der Abdeckung 30, so daß die Außenseite der Abdeckung 30 mit der Innenseite davon in Verbindung steht. Dadurch schützt die Abdeckung 30 den Fühlerabschnitt 20 thermisch während gleichzeitig verhindert wird, daß der Fühlerabschnitt 20 direkt mit dem Abgas in Kontakt kommt.

Wie es in der Fig. 2 gezeigt ist, umfaßt die Erfassungsvorrichtung für eine O_2 -Konzentration einen Spannungssteuerungskreis 40. Der Spannungssteuerungskreis 40 umfaßt eine Gleichstromenergiequelle 41 für eine positive Spannung, eine Gleichstromenergiequelle 42 für eine negative Spannung und einen Umschaltkreis 43. Die Gleichstromenergiequelle 41 ist mit einem Ende der abgasseitigen Elektrodenschicht 23 über einen Leitungsdraht 41a mit ihrer negativen Elektrode verbunden und die Gleichstromenergiequelle 42 ist mit einem anderen Ende der abgasseitigen Elektrodenschicht 23 über den Leitungsdraht 41a mit ihrer positiven Elektrode verbunden. Der Umschaltkreis 43 verbindet nur die positive Elektrode der Gleichstromenergiequelle 41 mit einem Eingangsanschluß 51 des Stromerfassungskreises 50 im ersten Umschaltzustand und verbindet nur die negative Elektrode der Gleichstromenergiequelle 42 mit dem Eingangsanschluß 51 des Stromerfassungskreises 50 im seinem zweiten Umschaltzustand. Dann wird der Strom von dem Eingangsanschluß 51 zu der atmosphärenseitigen Elektrodenschicht 24 über den Stromerfassungskreis 50 und einen Leitungsdraht 42a geführt.

Dementsprechend, wenn sich der Umschaltkreis 43 in seinem ersten Umschaltzustand befindet, setzt die Gleichstromenergiequelle 41 die feste Elektrolytschicht 22 unter positive Spannung und läßt den Strom in der positiven Richtung durch die feste Elektrolytschicht 22 fließen. Andererseits, wenn sich der Umschaltkreis 43 in seinem zweiten Umschaltzustand befindet, setzt die Gleichstromenergiequelle 42 die feste Elektrolytschicht 22 unter negative Spannung und läßt den Strom in der negativen Richtung durch die feste Elektrolytschicht 22 fließen. Hierbei entspricht die Anschlußspannung jeder Gleichstromenergiequelle 41 und 42 jeweils den angelegten Spannungen V_{pos} und V_{neg} , wie oben beschrieben.

Der Stromerfassungskreis 50 erfaßt den Strom, der von der atmosphärenseitigen Elektrodenschicht 24 des Fühlerabschnittes 20 zu dem Umschaltkreis 43 fließt oder den Strom, der in der entgegengesetzten Richtung fließt, d. h. den Strom, der durch die feste Elektrolytschicht 22 fließt und gibt ihn an einen A-D Wandler 60 aus. Der A-D Wandler 60 wandelt den erfaßten Strom von dem Stromerfassungskreis 50 in ein digitales Signal um und gibt dieses an einen Mikrocomputer 70 aus. Der Mikrocomputer 70 führt ein Computerprogramm aus, das einem Flußdiagramm in Zusammenarbeit mit dem A-D Wandler 60 folgt, welches in der Fig. 4 dargestellt ist. Während der Ausführung beinhaltet es arithmetische Berechnungen, die zum Antrieb und der Steuerung eines Heizungssteuerungskreises 80 und eines elektronisch gesteuerten Kraftstoffeinspritzsystems 90 (im folgenden als EFI abgekürzt) notwendig sind. Das oben erwähnte Computerprogramm ist in einem ROM des vorstehenden Mikrocomputers 70 gespeichert. Der Heizungssteuerungskreis 80 steuert die Beheizung der Heizung 26 in Antwort auf die Fühler Temperatur des O_2 -Fühlers S unter der Kontrolle des Mikrocomputers 70. Der Heizungssteuerkreis 80 steuert die Kraftstoffeinspritzung in Antwort auf Informationen zu der Verbrennungskraftmaschine 10, wie etwa einer Abgasmenge, einer Drehzahl, einer Menge an Einlaßluft, einem Unterdruck des Einlasses und der Temperatur des Kühlwassers, etc. unter der Kontrolle des Mikrocomputers 70.

Da die Fig. 2, 3A und 3B ebenfalls bei dem zweiten und dritten Aspekt nach der vorliegenden Erfindung anwendbar sind, wird der Spannungssteuerungskreis 40 detailliert später beschrieben werden, und zwar mit Bezug zu der Fig. 28.

[Erste Ausführungsform]

Angenommen, daß in der Ausführungsform wie sie oben beschrieben worden ist der Mikrocomputer 70 die Ausführung des Computerprogrammes wiederholt, nach dem Starten der Ausführung des Computerprogramms in dem Schritt 100, dem Flußdiagramm nach der Fig. 4 folgend. Ebenfalls angenommen, daß sich der O_2 -Fühler in dem aktiven Zustand befindet und im aktuellen Zustand stabil ist. Dann, nach dem variablen Setzen einer Temperaturerfassungsperiode auf der Basis des Aufwärmzustandes und des Betriebszustandes der Verbrennungskraftmaschine in dem Schritt 101, wird in dem Schritt 102 entschieden, ob die Temperaturerfassungszeitsteuerung (-timing) in dem Schritt 101 variabel gesetzt wurde oder ob nicht. Falls es nicht die Temperaturerfassungsperiode ist, wird die Entscheidung "Nein" in dem Schritt 102 wiederholt.

In einem solchen Zustand schreitet der Mikrocomputer

ter 70 in dem Computerprogramm zu dem Schritt 111 und 123 und danach zu der Fig. 4. In dem Schritt 111 gibt der Mikrocomputer 70 einen Befehl für eine positive Spannung aus, der notwendig ist, um eine positiv angelegte Spannung V_{pos} an den Fühlerabschnitt 20 an den Umschaltkreis 43 des Spannungssteuerungskreises 40 anzulegen. Obwohl die angelegte Spannung V_{pos} hier einen konstanten Wert haben kann, wird vorzugsweise die angelegte Spannung V_{pos} in Antwort auf die Fühlertemperatur und die O_2 -Konzentration geändert, d. h. die angelegte Spannung V_{pos} auf einen höheren Wert setzen, wenn die Fühlertemperatur niedrig ist, verglichen mit einem Fall, wenn die Fühlertemperatur hoch ist und die angelegte Spannung V_{pos} auf einen höheren Wert setzen, wenn die O_2 -Konzentration hoch ist (LKV ist mager), verglichen mit einem Fall, wenn die O_2 -Konzentration niedrig ist (LKV fett), da die angelegte Spannung V_{pos} sich ändert, die zur Erfassung des Grenzstromes notwendig ist, in Antwort auf die Fühlertemperatur des O_2 -Fühlers S und der O_2 -Konzentration, wie es in der Fig. 3B dargestellt ist. Dann wird in Antwort auf den Positivspannungsbefehl von dem Mikrocomputer 70 der Umschaltkreis 43 in den ersten Umschaltzustand gebracht und verbindet die positive Elektrode der Gleichstromenergiequelle 41 mit dem Eingangsanschluß 51 des Stromerfassungskreises 50. Infolge dessen fließt der Strom I_{pos} von der Gleichstromenergiequelle 41 als der Grenzstrom durch den Stromerfassungskreis 50, die Leitung 42a, die atmosphärenseitige Elektroden-schicht 24, die feste Elektrolytschicht 22, die abgasseitige Elektroden-schicht 23 und die Leitung 41a.

Als nächstes erfaßt der Stromerfassungskreis 50 den einfließenden Strom I_{pos} und der A-D Wandler 60 wandelt den erfaßten einfließenden Strom I_{pos} in ein digitales Signal um, um es an den Mikrocomputer 70 auszugeben. Dann nimmt der Mikrocomputer 70 den umgewandelten Strom I_{pos} auf und setzt ihn als ein Verringerungsendstrom I_{posa} in dem Schritt 123 und stellt die O_2 -Konzentration fest, d. h. das LKV, in Antwort auf den Verringerungsendstrom I_{posa} , d. h. den Grenzstrom, basierend auf den O_2 -Konzentrations-Grenzstromdaten, die in der Fig. 5B gezeigt sind. Anzumerken ist, daß die O_2 -Konzentrations-Grenzstromdaten in der Fig. 5B in dem ROM des Mikrocomputers 70 zuvor als Daten gespeichert worden sind, die eine lineare Beziehung zwischen der O_2 -Konzentration innerhalb des Abgases, d. h. dem LKV und dem Grenzstrom des Fühlerabschnittes 20 spezifizieren. Wenn das LKV so bestimmt wird, implementiert der Mikrocomputer 70 die arithmetischen Operationen, die zur Steuerung der Kraftstoffeinspritzung der EFI 90 notwendig sind, wobei das ermittelte LKV in dem Schritt 125 berücksichtigt wird. Dadurch steuert die EFI 90 den Kraftstoff, der in die Verbrennungskraftmaschine 10 auf der Basis der arithmetischen Operationen eingespritzt wird.

In einem solchen Zustand entscheidet der Mikrocomputer 70 in dem Schritt 102 "Ja", wobei festgestellt wird, daß die Temperaturerfassungsperiode in dem Schritt 101 gesetzt wurde und gibt einen Befehl für eine negative Spannung aus, die notwendig ist, um eine negativ an den Fühlerabschnitt 20 angelegte Spannung V_{neg} an den Umschaltkreis 43 des Spannungssteuerungskreises 40 (siehe Fig. 5A1) anzulegen. Dann wird in Antwort auf den Negativspannungsbefehl von dem Mikrocomputer 70 der Umschaltkreis 43 in den zweiten Umschaltzustand gebracht und verbindet die negative Elektrode der Gleichstromenergiequelle 42 mit dem Eingangsanschluß 51 des Stromerfassungskreises 50. Dadurch be-

ginnt der Strom I_{neg} (siehe die durchgezogene Linie in der Fig. 5A1) von der Gleichstromenergiequelle 42 durch die Leitung 41a, die abgasseitige Elektroden-schicht 23, die feste Elektrolytschicht 22, die atmosphärenseitige Elektroden-schicht 24 des Fühlerabschnittes 20, die Leitung 42a und den Stromerfassungskreis 50 zu fließen.

Nach der arithmetischen Operation in dem Schritt 112, wie oben beschrieben, entscheidet der Mikrocomputer 70, ob eine vorbestimmte Zeit t_1 verstrichen ist oder ob nicht, um die vorbestimmte Zeit t_1 in dem Schritt 103 abzuwarten. Hierbei ist die vorbestimmte Zeit t_1 wie folgt definiert. D. h. der Strom I_{neg} steigt exponentiell an, wie es durch die durchgezogene und die gestrichelte Linie in der Fig. 5A2 gezeigt ist, nachdem der Fühlerabschnitt 20 unter negative Spannung gesetzt ist. Deshalb, falls der Strom I_{neg} wartend auf den Zeitpunkt erfaßt wird, wenn der Strom I_{neg} wie im Stand der Technik gesättigt ist, verzögert sich die LKV-Bestimmungszeit danach ebenfalls. Dann wird ein Wert I_{nega} einmal in dem Verfahren des Anwachsens des Stromes I_{neg} eingesetzt, um den Sättigungsstrom I_{nega} des Stromes I_{neg} zu dieser Zeit zu berechnen, ohne auf den Zeitpunkt zu warten, zu dem der Strom I_{neg} gesättigt ist. Dadurch wird offensichtlich der Zeitpunkt der LKV-Bestimmung früher erreicht. Dann wird eine geeignete Zeit ausgewählt, die die vorbestimmte Zeit t_1 ist und die vorher in dem ROM des Mikrocomputers 70 abgespeichert wird, bis die Tendenz von Änderungen des Stromes I_{neg} relativ hoch gehalten wird, wenn der Fühlerabschnitt 20 mit negativer Spannung versorgt wird.

Falls in dem Schritt 103 "Nein" festgestellt wird, wird in dem Schritt 104 entschieden, ob die Änderung des Druckes in dem Einlaßrohr oder die Menge an Einlaßluft größer ist als ein vorbestimmter Wert oder ob nicht, d. h. ob sich der Motor in einem Übergangszustand befindet oder ob nicht.

Falls in dem Schritt 104 "Nein" festgestellt wird, wird das Verfahren wiederholt, indem zu dem Schritt 103 zurückgekehrt wird. Falls in dem Schritt 104 "Ja" festgestellt wird, wird der Befehl für die negative Spannung in dem Schritt 105 gestoppt und das Verfahren bzw. der Ablauf schreitet zu dem Schritt 120 weiter.

Wenn der Mikrocomputer 70 es so beendet auf den Zeitpunkt t_1 in dem Schritt 103 zu warten, setzt er den konvertierten Strom I_{neg} von dem A-D Wandler 60 als den Strom I_{nega} in dem Schritt 104 und berechnet den Sättigungsstrom I_{nega} in Antwort auf den Strom I_{nega} und zwar auf der Basis einer Übergangerscheinungsgleichung, die ein Verhältnis zwischen dem Strom I_{neg} und der angelegten Spannung V_{neg} (in dem Schritt 115) darstellt. Die Übergangerscheinungsgleichung wird von dem Zeitpunkt abgeleitet, zu dem der Fühlerabschnitt 20 unter negative Spannung als Ausgangszustand gesetzt wird und wird vorher in dem ROM des Mikrocomputers 70 gespeichert. Danach erfaßt der Mikrocomputer 70 die Temperatur des Fühlerabschnittes 20 in dem Schritt 116 auf der Basis der berechneten Sättigungsstrom-Temperatur-Charakteristikdaten in Antwort auf den berechneten Sättigungsstrom I_{nega} . Die berechneten bzw. geschätzten Sättigungsstrom-Temperaturcharakteristikdaten werden vorher in dem ROM des Mikrocomputers 70 gespeichert, die ein direkt-proportionales Verhältnis zwischen dem geschätzten Sättigungsstrom $|I_{nega}|$ und der Temperatur des Fühlerabschnittes 20 darstellen.

Falls die Temperatur des Fühlerabschnittes 20 so er-

faßt wird, implementiert der Mikrocomputer 70 in dem Schritt 117 arithmetische Operationen, um die Heizung 26 zu beheizen und zu steuern, so daß die in dem Schritt 116 erfaßte Temperatur angehoben und auf einer Temperatur T1 gehalten wird (siehe die charakteristische Funktion L1). Dann heizt und steuert der Heizungssteuerkreis 80 die Heizung 26 auf der Basis der heizungssteuerungsarithmetischen Operationen, die von dem Mikrocomputer 70 durchgeführt werden. Dadurch wird die Temperatur des Fühlerabschnittes 20 rasch auf die Temperatur T1 zurückgebracht, sogar wenn diese Temperatur vorübergehend abfällt.

Demzufolge, vorausgesetzt, daß das LKV stabil erfaßt werden kann, entscheidet der Mikrocomputer 70 in dem Schritt 120 auf "Ja" und schreitet in dem Computerprogramm zu dem Schritt 121 fort. Dann gibt der Mikrocomputer 70 an den Spannungssteuerungskreis 40 einen Befehl für eine positive Spannung aus, der notwendig ist, um die positiv angelegte Spannung Vpos an den Fühlerabschnitt 20 anzulegen. Dann legt der Spannungssteuerungskreis 40 die angelegte Spannung Vpos von der Gleichstromenergiequelle 41 an den Fühlerabschnitt 20 ähnlich an wie in dem oben beschriebenen Fall. D.h., daß die angelegte Spannung Vpos kurz nach dem Verstreichen der oben erwähnten vorbestimmten Zeitperiode t1 an den Fühlerabschnitt 20 angelegt wird. Dadurch beginnt der Strom Ipos von der Gleichstromenergiequelle 41 durch den Leitungsdraht 41a, die abgasseitige Elektrodenschicht 23, die feste Elektrolytschicht 22, die atmosphärenseitige Elektrodenschicht 24 des Fühlerabschnittes 20, die Leitung 42a und den Stromerfassungskreis 50 als ein Grenzstrom zu fließen. Mit anderen Worten ausgedrückt, wie es in der Fig. 5A dargestellt ist, wird der durch den Fühlerabschnitt 20 fließende Strom Ineg invertiert und angehoben, um zu dem Strom Ipos kurz nach dem Verstreichen der vorbestimmten Periode t1 zu werden und beginnt danach exponentiell zu fallen, wie es durch die durchgezogene Linie in den Figuren gezeigt ist.

Wenn die arithmetische Operation in dem Schritt 121 beendet ist, wie es oben beschrieben ist, wartet der Mikrocomputer 70 für eine vorbestimmte Zeit ($t11 - t1$), siehe Fig. 5A, in dem nächsten Schritt 122. Anzumerken ist, daß t11 den Zeitpunkt darstellt, ab dem der Strom Ineg beginnt wie oben beschrieben zu fließen, bis zu dem Punkt, wenn der Strom Ipos, der kurz nach dem Verstreichen der vorbestimmten Periode t1 exponentiell zu steigen aufhört, beginnt zu fließen. Die vorbestimmte Zeit ($t11 - t1$) wird basierend auf dem folgenden Grund definiert.

Zuerst wird der Fall, der dem Stand der Technik ähnlich ist, bei dem der Fühlerabschnitt 20 unter positive (Vor-) Spannung gesetzt wird, indem die angelegte Spannung Vpos angelegt wird, wenn sich der Strom exponentiell ändert, wie es durch die durchgezogene Linie in der Fig. 5A2 gezeigt ist und sich sättigt, wie es durch die gestrichelte Linie in der Fig. 5A2 gezeigt ist, mit dem Fall verglichen, der wie die vorliegende Ausführungsform ist, bei der die angelegte Spannung Vpos an den Fühlerabschnitt 20 kurz nach dem Verstreichen der vorbestimmten Periode t1 angelegt wird, um ihn unter positive (Vor-) Spannung zu setzen (die durchgezogene Linie in der Fig. 5A1). Anzumerken ist, daß Zeit, die für die Sättigung des Stromes Ineg notwendig ist, im Falle des Standes der Technik durch t2 dargestellt wird, wie es in den Fig. 5A1 und 5A2 gezeigt ist.

Der Wert, bei dem der Strom Ipos aufhört zu fallen, wenn die angelegte Spannung Vpos angelegt wird, geht

auf ein physikalisches Phänomen zurück, das dem Fühlerabschnitt 20 innewohnt und ist in beiden Fällen (Stand der Technik und erste Ausführungsform) nahezu gleich. Dementsprechend ist die Zeit, zur der der Strom Ipos im Falle des Standes der Technik aufhört exponentiell zu fallen durch t22 in der Fig. 5A2 dargestellt, die Zeit, zu der der Strom Ipos anfängt (die durchgezogene Linie in der Fig. 5A2) zu fließen, liegt um die Zeitdauer ($t2 - t1$) früher als die Zeit, zu der der Strom Ipos nach dem Stand der Technik beginnt zu fließen (gestrichelte Linie in der Fig. 5A2), und in Antwort auf diesen Sachverhalt ist der Zeitpunkt, zu dem der Strom Ipos aufhört zu fallen in dem Fall nach der ersten Ausführungsform früher als der Zeitpunkt, zu dem der Strom Ipos aufhört zu fallen, und zwar nach dem Fall im Stand der Technik. Weiterhin entspricht der Zeitpunkt, zu dem der Strom Ipos beginnt zu fließen (erste Ausführungsform) einem Zeitpunkt auf dem Weg des Anstiegens des Stromes Ineg und der Zeitpunkt, zu dem der Strom Ipos beginnt zu fließen (Stand der Technik), entspricht dem Zeitpunkt, zu dem der Strom Ineg aufhört anzusteigen. Dadurch wird die O₂-Konzentration, die sich rund um die abgasseitige Elektrodenschicht 23 während der Negativspannungsperiode angesammelt hat, kleiner, verglichen mit dem Stand der Technik. Demzufolge wird die Anstiegsflankenspitzenhöhe des Stromes Ipos niedrig und die Zeitkonstante wird kleiner, wenn der Strom Ipos fällt, und fällt daher noch schneller. Das Ausmaß dieser beiden Effekte hängt von einer Zuführladungsmenge während der Negativspannungsperiode ab. D.h., wenn die Ladungsmenge durch Verkürzen von t1 reduziert wird, werden die oben erwähnten zwei klein und t11 wird weiter kürzer. Dementsprechend, wenn die Zeit ab dem Punkt, wenn der Strom Ineg beginnt zu fließen bis zu dem Punkt, wenn der Strom Ineg aufhört zu fallen (im Stand der Technik) durch t22 dargestellt wird, wie es in der Fig. 5A2 dargestellt ist, wird der Zeitpunkt nach früher um ($t22 - t11$) verlagert. Dann wird die vorbestimmte Zeit ($t11 - t1$) gesetzt und vorher in dem ROM des Mikrocomputers 70 gespeichert.

Das Abwarten dieser Zeit in dem Schritt 122 beendend, gibt der Mikrocomputer 70 einen konvertierten Strom Ipos (von dem A-D Wandler 60) kurz nach dem Verstreichen der vorbestimmten Zeit t11 aus, um ihn als die Verringerungsendstrom Iposa in dem Schritt 123 zu setzen und ermittelt die O₂-Konzentration, d.h. das LKV in Antwort auf den Verringerungsendstrom Iposa, d.h. den Grenzstrom, basierend auf den oben erwähnten O₂-Konzentrations-Grenzstromdaten (siehe Fig. 5B) in dem Schritt 124. Wenn das LKV so festgestellt wird, implementiert der Mikrocomputer 70 die arithmetische Operation, die zur Steuerung der Kraftstoffeinspritzung der EFI 90 notwendig ist, indem in dem Schritt 125 das LKV Berücksichtigung findet. Dadurch steuert die EFI 90 die Kraftstoffeinspritzung der Verbrennungskraftmaschine 10 auf der Basis der arithmetischen Operation.

Wie es oben beschrieben worden ist, wird durch die Bestimmung der Temperatur des Fühlerabschnittes 20 der Sättigungs-Grenzstrom Inegs einmal vor dem Ende des Anstiegens des Stromes Ineg berechnet, der durch den Fühlerabschnitt 20 fließt, nachdem der Fühlerabschnitt 20 durch die angelegte Spannung Vneg (wenn die vorbestimmte Zeit t1 verstrichen ist) unter negative Spannung gesetzt wurde, durch den Strom Ineg zu dieser Zeit, so daß der Zeitpunkt, zu dem das LKV nach diesem Vorgang bestimmt werden kann rasch erreicht werden kann.

Weiterhin, da der Fühlerabschnitt 20 unter positive Spannung durch die angelegte Spannung V_{pos} kurz nach dem Verstreichen der vorbestimmten Zeit t_1 gesetzt wird und das LKV bestimmt wird, wenn der Strom I_{pos} aufhört zu fallen, der durch den Fühlerabschnitt 20 durch die positive Spannung fließt, d. h. wenn die vorbestimmte Zeit $(t_{11} - t_1)$ verstrichen ist, mit dem Strom I_{posa} zu diesem Zeitpunkt, kann das LKV rasch ermittelt werden, verglichen mit dem Stand der Technik. Hierbei wird, wie oben bereits beschrieben wurde, die Anstiegsflanken-Spitzenhöhe des Stromes I_{pos} in dem Fall der ersten Ausführungsform relativ niedrig gehalten, verglichen mit der des Stromes I_{pos} im Falle nach dem Stand der Technik und der Strom I_{pos} im Falle der vorliegenden Ausführungsform fällt rasch ab, verglichen mit dem Strom I_{pos} im Falle nach dem Stand der Technik, so daß das LKV noch schneller ermittelt werden kann. Es ist ebenso möglich den Wert I_{posa} in der Mitte des Abfalles von I_{pos} zu schätzen, an dem der Strom I_{pos} aufhört zu fallen, um die Änderung des LKV'ses noch schneller zu erfassen.

Obwohl der Fühlerabschnitt 20 durch die angelegte Spannung V_{pos} kurz nach dem Verstreichen der vorbestimmten Zeit t_1 bei der oben beschriebenen Ausführungsform unter positive Spannung gesetzt wird, ist die vorliegende Erfindung nicht nur darauf beschränkt und es ist möglich den Fühlerabschnitt 20 durch die angelegte Spannung V_{pos} kurz nach dem Verstreichen der vorbestimmten Zeit t_1 und vor dem Verstreichen der vorbestimmten Zeit t_{11} unter positive Spannung zu setzen.

[Zweite Ausführungsform]

Eine zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird im folgenden beschrieben werden. Während der Strom I_{neg} durch das einmalige Messen des Wertes I_{nega} in dem Verfahren der Erhöhung des Stromes I_{neg} erfaßt wird, um den Sättigungs-Grenzstrom I_{negs} des Stromes I_{neg} bei der oben erwähnten ersten Ausführungsform zu berechnen, ist die zweite Ausführungsform dadurch gekennzeichnet, daß der Sättigungs-Grenzstrom I_{negs} des Stromes I_{neg} berechnet wird, indem der Wert I_{nega} in dem Verfahren der Erhöhung (des Anstiegs) des Stromes I_{neg} dreimal gemessen wird. Dadurch kann der Sättigungs-Grenzstrom noch genauer errechnet werden.

In den Fig. 6A und 6B, die den Fig. 5A1 und 5A2 ähnlich sind, ist die Spannung V gezeigt, die an den Fühlerabschnitt 20 angelegt ist und der Strom I , der zu dieser Zeit durch den Fühlerabschnitt 20 fließt. In der Fig. 6 verändert sich der Strom I_{neg} , der fließt, wenn die angelegte Spannung V von V_{pos} auf V_{neg} umgeschaltet wird, exponentiell, wie es durch die folgende Gleichung ausgedrückt wird, wobei (I_0) einen Spitzenstromwert, (I_{neg}) einen Sättigungsstromwert (konvergierter Stromwert) und (T) eine Zeitkonstante darstellen:

$$I_{neg} = I_{negs} + (I_0 - I_{negs}) e^{-t/T} \quad (1)$$

Wenn der Spitzenstromwert I_0 , der Sättigungsstromwert (konvergierter Stromwert) I_{negs} und die Zeitkonstante T jeweils unbekannt sind, ist es notwendig die Stromwerte an drei Punkten I_{nega1} , I_{nega2} und I_{nega3} auf der I_{neg} -Kurve zu erfassen, um I_{negs} zu bestimmen. Dann kann I_{neg} bestimmt werden, indem eine Lösung der folgenden simultanen Gleichungen aus den Stromwerten erhalten wird, die an den drei Punkten erfaßt wurden:

$$\begin{aligned} I_{nega1} &= I_{negs} + (I_0 - I_{negs}) e^{-t_{1a}/T} \\ I_{nega2} &= I_{negs} + (I_0 - I_{negs}) e^{-t_{1b}/T} \\ I_{nega3} &= I_{negs} + (I_0 - I_{negs}) e^{-t_{1c}/T} \end{aligned} \quad (2)$$

Hierbei sind I_{nega1} , I_{nega2} und I_{nega3} Werte des Stromes I_{neg} nach den Zeiten t_{1a} , t_{1b} und t_{1c} , die ab dem Umschalten der angelegten Spannung V von V_{pos} auf V_{neg} gerechnet werden.

Zum Beispiel wenn angenommen wird, daß $t_{1a} = 0$ ist und $t_{1b} = t_{1c} - t_{1b}$ ist, um die Berechnung zu vereinfachen und wenn diese Werte für die Gleichung (2) ersetzt werden, kann I_{negs} durch die folgende Gleichung ermittelt werden:

$$I_{negs} = (I_{nega2}^2 - I_{nega3} \times I_{nega1}) / (2 \times I_{nega2} - I_{nega3} - I_{nega1}) \quad (3)$$

Als nächstes wird der Betrieb der zweiten Ausführungsform mit Bezug zu dem Flußdiagramm in der Fig. 7 erklärt werden. Die zweite Ausführungsform unterscheidet sich von der oben beschriebenen ersten Ausführungsform dadurch, daß die Schritte ab Schritt 113 bis Schritt 115 in der Fig. 4 durch die Schritte ab Schritt 113a bis 115 in der Fig. 7 ersetzt wurden. Dementsprechend, da die Schritte von dem Schritt 100 bis zu dem Schritt 112 die gleichen sind wie bei der ersten Ausführungsform, wird die Erklärung dieser Schritte hier weggelassen werden.

Nach der arithmetischen Operation in dem Schritt 112, wartet der Mikrocomputer 70 die vorbestimmte Zeit (-dauer) t_{1a} in dem Schritt 113a ab. Nach dem Ende des Wartens in dem Schritt 113a erfaßt der Mikrocomputer 70 den Stromwert in dem Schritt 114a und setzt den durch den A-D Wandler 60 konvertierten Strom I_{neg} als den Strom I_{nega1} . Danach wartet der Mikrocomputer 70 die vorbestimmte Zeit $t_{1b} - t_{1a}$ in dem Schritt 113b ab. Nach dem Ende des Wartens in dem Schritt 113b erfaßt der Mikrocomputer 70 den Stromwert in dem Schritt 114b und setzt den durch den A-D Wandler 60 konvertierten Strom I_{neg} auf den Strom I_{nega2} . Als nächstes wartet der Mikrocomputer 70 die vorbestimmte Zeitdauer $t_{1c} - t_{1b}$ in dem Schritt 113c ab.

Nach dem Ende des Abwartens der Zeit in dem Schritt 113c erfaßt der Mikrocomputer 70 den Stromwert in dem Schritt 114c und setzt den durch den A-D Wandler 60 konvertierten Strom als den Strom I_{nega3} fest. Danach berechnet der Mikrocomputer 70 den Sättigungs-Grenzstrom I_{negs} basierend auf den simultanen Gleichungen (2), wie es oben bei dem Schritt 115 beschrieben worden ist. Die simultanen Gleichungen (2) werden zu der Zeit ausgebildet, wenn die negative Spannung als der Anfangszustand angelegt wird und wird vorher in dem ROM des Mikrocomputers 70 gespeichert. Danach bestimmt der Mikrocomputer 70 die Temperatur des Fühlerabschnittes 20 in dem Schritt 116 in Antwort auf den Sättigungsstrom I_{neg} , der in dem Schritt 115 festgestellt wurde, und zwar basierend auf den Sättigungsstrom-Temperaturcharakteristikdaten. Da die Schritte von dem Schritt 117 bis zu dem Schritt 300 die gleichen sind als wie die Schritte bei der ersten Ausführungsform wird eine Erklärung dieser Schritte hier weggelassen werden.

Wie es oben beschrieben worden ist, ist die zweite Ausführungsform dadurch gekennzeichnet, daß der Sättigungsstrom I_{negs} des Stromes I_{neg} durch dreimalige Meßung des Wertes I_{nega} im Laufe des Anstiegs des Stromes I_{neg} berechnet bzw. geschätzt wird und daß

dadurch der Sättigungsstrom Inegs wesentlich genauer ermittelt werden kann.

[Schritt 101]

Die Einzelheiten des Schrittes 101 zur variablen Festsetzung einer Temperaturerfassungsperiode bei der ersten und bei der zweiten Ausführungsform (Fig. 4 und 7) werden im folgenden mit Bezug zu der Fig. 8 beschrieben werden. Zuerst wird in dem Schritt 151 festgestellt, ob eine vorbestimmte Zeit t_a , während der eine Motortemperatur stabilisiert wird, vergangen ist oder nicht (oder ob die Fühlertemperatur höher ist als eine vorbestimmte Temperatur oder ob nicht), nachdem die Verbrennungskraftmaschine gestartet wurde. Wenn die vorbestimmte Zeit t_a noch nicht verstrichen ist, schreitet der Ablauf zu dem Schritt 152 weiter, um eine Variation ΔT der Fühlertemperatur des O_2 -Fühlers S zu erfassen, die in dem Schritt 116 in den Fig. 4 oder 7 bestimmt wurde. Dann wird in dem Schritt 153 die Erfassungsperiode aus dem Kennfeld 1 aus der Variation ΔT der Fühlertemperatur bestimmt, die der Variation ΔT der Fühlertemperatur entspricht, was einen der Motor- aufwärmzustände darstellt und die Erfassungsperiode, die in dem ROM des Mikrocomputers 70 gespeichert ist, wie es in der Fig. 9A gezeigt ist. Dieses Kennfeld 1 wird so festgelegt, daß je größer die Variation ΔT der Fühlertemperatur ist, desto kürzer die Erfassungsperiode ist.

In dem Fall, in dem die vorbestimmte Zeit t_a nach dem Starten der Verbrennungskraftmaschine verstrichen ist, wird eine Variation ΔQ der Einlaßluftmenge Q der Verbrennungskraftmaschine in dem Schritt 154 erfaßt. Dann wird in dem Schritt 155 die Erfassungsperiode, die der Variation ΔQ der Einlaßluftmenge Q entspricht über das Kennfeld 2 aus der Variation ΔQ der Einlaßluftmenge Q bestimmt, welches eine Änderung des Motorbetriebszustandes darstellt sowie die Erfassungsperiode, die zuvor in dem ROM des Mikrocomputers 70 gespeichert worden ist, wie es in der Fig. 9B gezeigt ist. Dieses Kennfeld 2 wird so festgelegt, daß die Erfassungsperiode länger wird, verglichen mit dem Kennfeld 1 und daß je größer die Variation ΔQ der Einlaßluftmenge Q ist, desto länger die Erfassungsperiode wird.

Dadurch wird, wie es in den Fig. 10A und 10B gezeigt ist, die Fühlertemperatur-Erfassungsperiode, die der Variation ΔT der Fühlertemperatur in dem Kennfeld 1 entspricht, während der vorbestimmten Zeit t_a vorhergesagt, nachdem der Motor gestartet wurde, währenddessen die Variation ΔT der Fühlertemperatur relativ groß ist und je größer die Variation ΔT der Fühlertemperatur ist, desto größer wird die Fühlertemperatur-Erfassungsfrequenz, so daß die Fühlertemperatur durch ein schnelles Folgen der Veränderungen der Fühlertemperatur erfaßt werden kann.

Hierbei kann die Variation der Temperatur des Kühlwassers der Verbrennungskraftmaschine anstatt der Variation ΔT der Fühlertemperatur als die Aufwärmbedingung in dem Kennfeld 1 nach der Fig. 9A eingesetzt werden. Für diesen Fall ist es überflüssig zu bemerken, daß die Variation des Kühlwassers der Verbrennungskraftmaschine anstatt der Variation ΔT der Fühlertemperatur in dem Schritt 152 nach der Fig. 8 erfaßt wird.

Weiterhin kann eine von den folgenden Variationen benutzt werden, nämlich eine Variation $\Delta A/F$ des LKVses, eine Variation ΔP_m eines Druckes des Einlaßrohres, eine Variation ΔN_e der Drehzahl des Motors, eine Variation ΔTAU einer Kraftstoffeinspritzmenge

TAU, eine Variation ΔT_A eines Drosselklappenöffnungswinkels T_A und eine Variation ΔSPD einer Fahrzeuggeschwindigkeit SPD , anstatt der Variation der Einlaßluftmenge Q als Veränderung des Betriebszustandes in dem Kennfeld 2 nach der Fig. 9B. Für diesen Fall ist es überflüssig zu bemerken, daß eine von den folgenden Variationen erfaßt wird, nämlich die Variation $\Delta A/F$ des LKVses, die Variation ΔP_m des Druckes des Einlaßrohres, die Variation ΔN_e der Drehzahl des Motors, die Variation ΔTAU der Kraftstoffeinspritzmenge TAU, die Variation ΔT_A des Drosselklappenöffnungswinkels T_A und die Variation ΔSPD der Fahrzeuggeschwindigkeit SPD , anstatt der Variation ΔP_m des Druckes in dem Einlaßrohr P_m in dem Schritt 154 nach der Fig. 8.

Die Modifikation des Schrittes 101 zur variablen Festlegung der Temperaturerfassungsperiode werden mit Bezug zu der Fig. 11 erklärt werden. Zuerst wird in dem Schritt 161 ähnlich dem Schritt 152 nach der Fig. 8 die Variation ΔT der Fühlertemperatur des O_2 -Fühlers S erfaßt. Dann wird eine vorläufige oder geschätzte Erfassungsperiode t_{1a} in dem Schritt 162 ähnlich dem Schritt 153 in der Fig. 8 erfaßt, wobei die Variation ΔQ der Einlaßluftmenge Q in dem Schritt 163 ähnlich dem Schritt 154 in der Fig. 8 erfaßt wird und eine vorläufige Erfassungsperiode t_{2a} wird in dem Schritt 164 ähnlich dem Schritt 155 in der Fig. 8 erfaßt. Dann wird ein Durchschnittswert der vorläufigen Werte t_{1a} und t_{2a} in den Schritten 162 und 164 ermittelt, um in dem Schritt 165 die endgültige Enderfassungsperiode t_0 zu ermitteln. Dadurch kann die Fühlertemperatur-Erfassungsperiode, bei der beides, nämlich der Aufwärmzustand und die Veränderungen des Maschinenzustandes immer Berücksichtigung finden, festgelegt werden.

Weiterhin wird im folgenden mit Bezug zu der Fig. 12 eine Modifikation des Schrittes 101 zur variablen Festlegung der Temperaturerfassungsperiode erklärt werden. Zuerst wird in dem Schritt 171 ähnlich dem Schritt 152 nach der Fig. 8 die Variation ΔT der Fühlertemperatur des O_2 -Fühlers erfaßt und es wird in dem Schritt 172 entschieden, ob die Variation ΔT der Fühlertemperatur größer ist als ein vorbestimmter Wert α_1 oder nicht.

Falls er größer ist als der vorbestimmte Wert α_1 , dann wird in dem Schritt 173 ähnlich dem Schritt 153 in der Fig. 8 die Erfassungsperiode festgelegt. Falls die Variation ΔT der Fühlertemperatur kleiner ist als der vorbestimmte Wert, werden die Variation ΔQ der Einlaßluftmenge Q der Verbrennungskraftmaschine in dem Schritt 174 und die Erfassungsperiode in dem Schritt 175 ähnlich dem Schritt 155 in der Fig. 8 festgelegt.

Dadurch wird, wie es in den Fig. 13A und 13B gezeigt ist, die Fühlertemperatur-Erfassungsperiode, die der Variation ΔT der Fühlertemperatur in dem Kennfeld 1 entspricht, vorhergesagt, während wenn die Variation ΔT der Fühlertemperatur größer ist als der vorbestimmte Wert α und je größer die Variation ΔT der Fühlertemperatur ist, desto stärker die Fühlertemperatur-Erfassungsfrequenz ansteigt, so daß die Fühlertemperatur durch schnelles Folgen der Änderungen der Fühlertemperatur erfaßt werden kann. Wenn die Variation ΔT der Fühlertemperatur kleiner wird als der vorbestimmte Wert α , wird die Fühlertemperatur-Erfassungsperiode, die der Variation der Einlaßluftmenge Q entspricht über das Kennfeld 2 vorhergesagt und je größer die Änderungen des LKVses sind, desto niedriger wird die Fühlertemperaturerfassungsfrequenz, so daß das LKV den Änderungen des LKVses folgend rasch

erfaßt werden kann.

[Modifikation der ersten und zweiten Ausführungsform:
Verhinderung einer negativen Spannung während
LKV-Änderungen]

Eine Modifikation der ersten und der zweiten Ausführungsform zur Verhinderung der Erfassung der Fühlertemperatur des O₂-Fühlers und zur Bewirkung der vorzugsweisen Erfassung des LKVses, wenn angenommen wird, daß sich das LKV der Verbrennungskraftmaschine rasch ändert, wird mit Bezug zu den Fig. 14 und 15 im folgenden beschrieben werden. In der Fig. 14 ist ein Flußdiagramm gezeigt, das nach dem Schritt 101 in der Fig. 4 zusätzlich ausgeführt wird. In dem Schritt 181 wird entschieden, ob die Motorlast, die von zumindest einem der Punkte, nämlich dem Drosselklappenöffnungswinkel TA, dem Druck Pm im Einlaßrohr und der Einlaßluftmenge Q dargestellt wird, der Verbrennungskraftmaschine mehr schwankt als ein vorbestimmter Wert β oder nicht. Wenn festgestellt wird, daß er nicht stärker schwankt als der vorbestimmte Wert α_2 , wird angenommen, daß sich das LKV nicht rasch verändert und die Fühlertemperatur kann in dem Schritt 102 nach der Fig. 4 erfaßt werden. Wenn entschieden wird, daß die Last stärker schwankt als der vorbestimmte Wert, wird angenommen, daß sich das LKV rasch ändert und es werden eine Stabilisierungszeit t20, ab dem Zeitpunkt, zu dem sich die Last, insbesondere der Drosselklappenöffnungswinkel, ändert, bis zu dem Zeitpunkt, zu dem sich der Grenzstrom des LKV-Fühlers S stabilisiert sowie eine Änderungsperiode β in dem Schritt 182 geschätzt, ab dem Zeitpunkt, zu dem sich der Drosselklappenwinkel rasch ändert, bis zu dem Zeitpunkt, zu dem sich der Grenzstrom des LKV-Fühlers S aktuell mit einer Verzögerung ändert, wie es in den Fig. 15A und 15B dargestellt ist. Hierbei werden vorbestimmte Werte der Stabilisierungszeit t20 und der Änderungsperiode β , die vorher durch adaptive Tests der Verbrennungskraftmaschine festgestellt wurden, in dem ROM des Mikrocomputers 70 gespeichert. Obwohl die Stabilisierungszeit t20 und die Änderungsperiode β feste Werte sein können, werden vorzugsweise die optimalen Werte in Antwort auf Maschinenparameter festgelegt, wie etwa die Variation und die Größe der Last.

In dem Schritt 183 wird entschieden, ob eine Periode (Stabilisierungszeit t20 — Änderungsperiode β) verstrichen ist oder ob nicht. Wenn die Periode noch nicht verstrichen ist, wird angenommen, daß es eine antwortverzögerte Periode ist, in der der Grenzstrom des LKV-Fühlers S sich noch nicht verändert hat, seitdem sich der Drosselklappenwinkel rapide verändert hat, wodurch ermöglicht wird, daß die Fühlertemperatur in dem Schritt 102 nach der Fig. 4 erfaßt wird. Wenn die Periode (Stabilisierungszeit t20 — Änderungsperiode β) verstrichen ist, wird in dem Schritt 184 entschieden, ob die Änderungsperiode β verstrichen ist oder ob nicht. Wenn in dem Schritt 184 entschieden wird, daß die Änderungsperiode β verstrichen ist, wird angenommen, daß eine geringere Schwankung des LKVses vorliegt, wodurch es ermöglicht wird die Fühlertemperatur zu erfassen. Wenn es entschieden wird, daß die Änderungsperiode α noch nicht verstrichen ist, wird angenommen, daß eine starke Schwankung des LKVses vorliegt und die negative Spannung wird verhindert, um zu verhindern, daß die Fühlertemperatur in dem Schritt 185 erfaßt wird. Dann wird vorzugsweise in dem Schritt 120 das LKV erfaßt. Entsprechend dieser Modifikation wird die Erfassung

der Fühlertemperatur nur während der Änderungsperiode β verhindert, wenn sich der Grenzstrom des LKV-Fühlers S mit der Verzögerung verändert, wenn sich der Drosselklappenwinkel rapide verändert.

[Weitere Modifikation der ersten und der zweiten Ausführungsform: Verhinderung der negativen Spannung während der Änderung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses]

Die weitere Modifikation zur Verhinderung der Erfassung der Fühlertemperatur des O₂-Fühlers und zur Bewirkung der vorzugsweisen Erfassung des LKVses, wenn angenommen wird, daß sich das LKV der Verbrennungskraftmaschine rasch ändert, wird mit Bezug zu den Fig. 16 und 17 im folgenden erklärt werden. Die Fig. 16 zeigt ein Flußdiagramm, das zusätzlich nach dem Schritt 101 in der Fig. 4 ausgeführt wird. Verglichen mit der Modifikation, die mit Bezug zu der Fig. 14 gezeigt wurde, werden die Stabilisierungszeit t20 und eine Verzögerungszeit t21 von dem Zeitpunkt, an dem sich der Drosselklappenwinkel ändert bis zu dem Zeitpunkt, an dem sich das LKV ändert, an der Position, an der der LKV-Fühler S angeordnet ist, geschätzt, wie es in der Fig. 17 gezeigt ist, indem der Schritt 182a anstatt des Schrittes 182 eingesetzt wird, wobei entschieden wird, ob die Verzögerungszeit t21 verstrichen ist oder ob nicht, indem der Schritt 183a anstatt des Schrittes 183 durchgeführt wird, und es wird entschieden, ob eine Periode (Stabilisierungszeit t20 — Verzögerungszeit t21) verstrichen ist oder nicht, indem der Schritt 184a anstatt des Schrittes 184 durchgeführt wird. Hierbei wird ebenfalls ein vorbestimmter Wert der Verzögerungszeit t21 in dem ROM des Mikrocomputers 70 vorher gespeichert, der vorher festgelegt wird, indem adaptive Tests der Verbrennungskraftmaschine durchgeführt werden. Obwohl die Verzögerungszeit t21 ein fester Wert sein kann, wird vorzugsweise der optimale Wert variabel festgesetzt, und zwar in Antwort auf Maschinenparameter, wie etwa die Variation und das Ausmaß der Last.

Entsprechend dieser Ausführungsform wird die negative Spannung verhindert und die Erfassung der Fühlertemperatur wird während der Periode (Stabilisierungszeit t20 — Verzögerungszeit t21) verhindert, die länger ist als die nach der Modifikation nach der Fig. 14, so daß die Erfassung des LKVses für diese Periode vorläufig bestimmt wird.

[Weitere Modifikation von Ausführungsformen:
Verhinderung der negativen Spannung während sich
das LKV ändert]

Diese weitere Änderung bzw. Modifikation zur Verhinderung der Erfassung der Fühlertemperatur des O₂-Fühlers S und zur Bewirkung der vorzugsweisen Erfassung des LKVses, wenn das LKV der Verbrennungskraftmaschine vorläufig als sich rasch ändernd eingestuft wird, wird mit Bezug zu den Fig. 18 und 19 im folgenden beschrieben werden. Die Fig. 18 zeigt ein Flußdiagramm, das nach dem Schritt 101 aus der Fig. 4 zusätzlich ausgeführt wird. Verglichen mit der Modifikation, die mit Bezug zu der Fig. 14 gezeigt worden ist, wird nur die Stabilisierungszeit t20 in dem Schritt 182b anstatt des Schrittes 182 geschätzt und es wird entschieden, ob die Stabilisierungszeit t20 verstrichen ist oder ob nicht, seitdem sich der Drosselklappenwinkel TA geändert hat, wie es in den Fig. 19A und 19B gezeigt ist.

indem der Schritt 183b anstatt der Schritte 183 und 184 durchgeführt wird. Während dieser Stabilisierungszeit t20 wird die negative Spannung verhindert bzw. unterbunden und die Erfassung der Fühlertemperatur wird verhindert.

[Andere Modifikationen]

Obwohl die Zeitsteuerungs-Veränderungsmittel so strukturiert sind, daß sie mit dem Schritt 101 zur variablen Festlegung der Temperatur-Erfassungsperiode bei den Modifikationen zur Verhinderung der negativen Spannung, währenddessen sich das LKV rapide ändert, kombiniert sind, können die Zeitsteuerungs-Veränderungsmittel so aufgebaut sein, daß die zusätzlichen Ausführungsformen zur Verhinderung der negativen Spannung während der rapiden Änderung des LKVes angewendet werden, so daß die positive Spannung und die negative Spannung abwechselnd pro bestimmter Zeiteinheit ausgeführt werden, ohne daß der Schritt 101 zur variablen Festlegung der Temperatur-Erfassungsperiode ausgeführt wird.

Weiterhin ist es möglich, obwohl die Temperatur-Erfassungsperiode kontinuierlich auf der Basis der beiden Kennfelder vorher und nach der Stabilisierung des LKVes in den oben beschriebenen Ausführungsformen geändert wird, nur zwei Perioden festzusetzen, so daß die Temperatur-Erfassungsperiode nach der Stabilisierung länger wird als vor der Stabilisierung oder es wird die Erfassung der Temperatur und die Erfassung des LKVes mit einer feststehenden Periode wiederholt, nachdem sich der O₂-Fühler stabilisiert hat, ohne daß die Temperatur-Erfassungsperiode geändert wird, bevor und nach der Stabilisierung des LKVes.

Darüberhinaus, obwohl der Fühlerabschnitt 20 durch die angelegte Spannung V kurz nach dem Verstreichen der vorbestimmten Zeit t1 in den oben beschriebenen Ausführungsformen unter Spannung gesetzt wird, ist die vorliegende Erfindung nicht nur darauf beschränkt, sondern es ist möglich den Fühlerabschnitt 20 durch die angelegte Spannung V nach dem Verstreichen der vorbestimmten Zeit t1 und vor dem Verstreichen der vorbestimmten Zeit t11 unter Spannung zu setzen.

Wie es oben beschrieben worden ist, gibt es nach dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung eine hervorragende Wirkung, nämlich das die Zeit während der keine O₂-Konzentration erfaßt werden kann, bei der Erfassungsvorrichtung für eine O₂-Konzentration bemerkenswert verkürzt werden kann, und zwar in dem Zustand, in dem sich die Temperatur des O₂-Fühlers wenig ändert, indem die Zeit verlängert wird, während der die positive Spannung an den O₂-Fühler angelegt wird, um die O₂-Konzentration festzustellen, indem das Temperatur-Erfassungsintervall verkürzt wird.

[Zweiter Aspekt]

Als nächstes wird ein zweiter Aspekt der vorliegenden Erfindung mit Bezug zu den Fig. 1B und 20 bis 22 erklärt werden. Bei der Erklärung des zweiten Aspekts werden die gleichen Erklärungen, die beim Aspekt nach den Fig. 2 bis 19 vorhanden sind, weggelassen und nur der Unterschied wird im folgenden erklärt werden.

Bei der in der Fig. 20 gezeigten Ausführungsform wird angenommen, daß der Mikrocomputer 70 (Fig. 2) die Ausführung des Computerprogrammes nach dem Start der Ausführung des Computerprogrammes in dem Schritt 100 wiederholt, einem Flußdiagramm folgend,

das in der Fig. 20 dargestellt ist, wobei die Verbrennungskraftmaschine 10 in Betrieb ist. Zuerst wird in dem Schritt 141 entschieden, ob der O₂-Fühler aktiv ist oder ob nicht. Der O₂-Fühler wird als aktiv und stabil eingestuft, wenn eine oder beide der folgenden Entscheidungsbedingungen erfüllt ist: 1) die Fühlertemperatur des O₂-Fühlers S hat eine Temperatur erreicht, die ausreicht, um den O₂-Fühler S zu aktivieren; und 2) nach dem Start der Verbrennungskraftmaschine ist eine Zeit tA verstrichen, die ausreicht, um den O₂-Fühler zu aktivieren (hierbei wird, obwohl die Zeit tA ein fester Wert ist, vorzugsweise in dem ROM des Mikrocomputers 70 ein Wert gespeichert und gesetzt, durch den die Aktivierungs-Erfassungszeit länger wird, je niedriger die Temperatur des Kühlwassers der Verbrennungskraftmaschine ist). Dann wird in dem Schritt 141 auf "Ja" entschieden und der Ablauf schreitet zu dem Schritt 101 weiter sowie der vollständig gleiche Ablauf von dem Schritt 101 bis zu dem Schritt 125 ausgeführt wird, wie er in der Fig. 4 gezeigt ist.

Andererseits entscheidet der Mikrocomputer 70 zu der Zeit, zu der die Verbrennungskraftmaschine gerade gestartet wurde und bei der der O₂-Fühler S noch nicht aktiviert ist, auf "Nein" in dem Schritt 141 und gibt einen Negativspannungsbefehl aus, der notwendig ist, um eine negative an den Fühlerabschnitt 20 angelegte Spannung Vneg in dem Schritt 142 an den Umschaltkreis 43 des Spannungssteuerungskreises 40 anzulegen. Dann wird der Umschaltkreis 43 in Antwort auf den Negativspannungsbefehl von dem Mikrocomputer 70 in den zweiten Umschaltzustand geschaltet und verbindet die negative Elektrode der Gleichstromenergiequelle 42 mit dem Eingangsanschluß 51 des Stromerfassungskreises 50. Dadurch beginnt der Strom Ineg (siehe die durchgezogene Linie, die in der Fig. 21A gezeigt ist) von der Gleichstromenergiequelle 42 durch die Leitung 41A, die abgasseitige Elektrodenschicht 23, die feste Elektrolytschicht 22, die atmosphärenseitige Elektrodenschicht 24 des Fühlerabschnittes 20, die Leitung 42a und den Stromerfassungskreis 50 zu fließen.

Nach der oben beschriebenen arithmetischen Operation entscheidet der Mikrocomputer 70, ob eine vorbestimmte Zeit t33 verstrichen ist oder ob nicht, um in dem Schritt 143 die vorbestimmte Zeit t33 abzuwarten. Hierbei wird die vorbestimmte Zeit t33 auf die Zeit gesetzt, wenn der Strom Ineg gesättigt ist, wenn die negative Spannung an den Fühlerabschnitt 20 (Fig. 21) angelegt wird. Wenn die vorbestimmte Zeit t33 noch nicht verstrichen ist, nimmt der Mikrocomputer 70 an, daß der Strom Ineg noch nicht gesättigt ist und schreitet zu dem Schritt 130 voran, um den Ablauf zu beenden. Wenn der Mikrocomputer 70 in dem Schritt 143 entscheidet, daß die vorbestimmte Zeit t33 verstrichen ist, verläuft der Ablauf zu dem Schritt 144 weiter und dann zu dem Schritt 116, nachdem der erfaßte Strom Ineg als der gesättigte Strom gesetzt wird.

Dadurch wird, wenn der O₂-Fühler noch nicht aktiviert ist, die Fühlertemperatur des O₂-Fühlers S kontinuierlich auf der Basis des Sättigungsstroms Ineg (keine positive Spannung wird an den Fühlerabschnitt 20 angelegt und deshalb wird auch kein LKV erfaßt) erfaßt, indem die Schritte 116, 117, 120 und 130 und wiederholt der Schritt 141 sowie die Schritte 142, 143, 144 und so weiter ausgeführt werden. Dadurch kann, wie es in der Fig. 22C gezeigt ist, die Fühlertemperatur rasch auf die Aktivierungstemperatur angehoben werden, indem die Beheizung der Heizung 26 auf der Basis der kontinuierlich erfaßten Fühlertemperatur gesteuert wird, so daß

die Messung der genauen O_2 -Konzentration kurz nach dem Starten der Verbrennungskraftmaschine begonnen werden kann.

Anzumerken ist, daß vorzugsweise der anfängliche Wert der Fühlertemperatur des O_2 -Fühlers S, wenn die Verbrennungskraftmaschine gestartet wird, auf eine niedrige Temperatur gesetzt wird, wenn der O_2 -Fühler inaktiv ist, zum Beispiel auf einen Wert, der gleich dem Wert des Kühlwassers ist, wenn die Maschine bzw. der Motor gestartet wird, wobei ein Fall berücksichtigt wird, nach dem entschieden wird, daß der O_2 -Fühler aktiv ist, wenn die Fühlertemperatur des O_2 -Fühlers S höher ist als der vorbestimmte Wert in dem Schritt 141.

Wie oben beschrieben, besteht nach dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung eine hervorragende Wirkung, da die Fühlertemperatur des O_2 -Fühlers kontinuierlich erfaßt wird, bis der O_2 -Fühler aktiviert wird, nachdem die Maschine gestartet wurde und die Fühlertemperatur kann rasch auf die Aktivierungstemperatur angehoben werden, indem die Beheizung der Heizung auf der Basis der erfaßten Temperatur gesteuert wird, so daß die genaue O_2 -Konzentration kurz nach dem Start des Motors gemessen werden kann.

[Dritter Aspekt]

Als nächstes wird ein dritter Aspekt nach der vorliegenden Erfindung anhand der Unterschiede von dem zweiten Aspekt mit Bezug zu den Fig. 1C und 23 bis 27 erklärt. Der Mikrocomputer 70 (siehe Fig. 2) führt ein Computerprogramm aus, das während des Betriebs der Verbrennungskraftmaschine dem Flußdiagramm folgt, welches in der Fig. 23 gezeigt ist. Dieses Flußdiagramm entspricht dem Flußdiagramm in der Fig. 20, wobei die Schritte 104, 105, 111, 113, 114 und 122 weggelassen sind und der Inhalt des Schrittes 123 modifiziert ist.

Der Mikrocomputer 70 entscheidet in dem Schritt 102 auf "Ja", basierend auf der Bestimmung der Temperaturerfassungsperiode, die in dem Schritt 101 gesetzt wurde und gibt einen Negativspannungsbefehl aus, der notwendig ist, um eine an den Fühlerabschnitt 20 angelegte negative Spannung V_{neg} an den Umschaltkreis 43 des Spannungssteuerungskreises 40 (siehe Fig. 24A) anzulegen. Dann wird in Antwort auf den Negativspannungsbefehl von dem Mikrocomputer 70 der Umschaltkreis 43 in den zweiten Umschaltzustand gebracht und verbindet die negative Elektrode der Gleichstromenergiequelle 42 mit dem Eingangsanschluß 51 des Stromerfassungskreises 50. Dadurch beginnt der Strom I_{neg} (siehe die durchgezogene Linie in der Fig. 24A) von der Gleichstromenergiequelle 42 durch die Leitung 41a, die abgasseitige Elektroden-schicht 23, die feste Elektrolytschicht 24 des Fühlerabschnittes 20, die Leitung 42a und durch den Stromerfassungskreis 50 zu fließen.

Nach der arithmetischen Operation in dem oben beschriebenen Schritt 112, setzt der Mikrocomputer 70 den Strom I_{neg} von dem konvertierten (durch den A-D Wandler 60) Strom I_{neg} fest und schätzt den Sättigungsstrom I_{negs} in Antwort auf den Strom I_{neg} und auf der Basis der Übergangsphänomengleichung, die die Beziehung zwischen dem Strom I_{neg} und der angelegten Spannung V_{neg} (in dem Schritt 115) darstellt. Die Übergangsphänomengleichung wird zu der Zeit ausgebildet, zu der der Fühlerabschnitt 20 in dem anfänglichen Zustand unter negative Spannung gesetzt wird und wird vorher in dem ROM des Mikrocomputers 70 gespeichert. Danach erfaßt der Mikrocomputer 70 die

Temperatur des Fühlerabschnittes 20 in dem Schritt 116 auf der Basis der geschätzten Sättigungsstrom-Temperaturcharakteristikdaten in Antwort auf den geschätzten Sättigungsstrom I_{negs} . Die geschätzten Sättigungsstrom-Temperaturcharakteristikdaten werden vorher in dem ROM des Mikrocomputers 70 als Daten gespeichert, die das direkt-proportionale Verhältnis zwischen dem geschätzten Sättigungsstrom $|I_{negs}|$ und der Temperatur des Fühlerabschnittes 20 darstellen.

Wenn die Temperatur des Fühlerabschnittes 20 so erfaßt wird, implementiert der Mikrocomputer 70 in dem Schritt 117 eine arithmetische Operation, um die Heizung 26 zu beheizen und zu steuern, um so die in dem Schritt 116 erfaßte Temperatur auf eine Temperatur T_1 (charakteristische Linie L_1) anzuheben und zu halten. Dann heizt und steuert der Heizungssteuerungskreis 80 die Heizung 26 auf der Basis der heizungssteuerungsarithmetischen Operation, die durch den Mikrocomputer 70 implementiert wird. Dadurch kehrt die Temperatur des Fühlerabschnittes 20 sehr schnell auf die Temperatur T_1 zurück, sogar wenn sie vorübergehend abfällt.

Infolgedessen entscheidend, daß das LKV stabil erfaßt werden kann, entscheidet der Mikrocomputer 70 in dem Schritt 120 auf "Ja" und schreitet in dem Computerprogramm zu dem Schritt 121 weiter. Dann gibt der Mikrocomputer 70 an den Spannungssteuerungskreis 40 einen Positivspannungsbefehl aus, der notwendig ist, um die positiv angelegte Spannung V_{pos} an den Fühlerabschnitt 20 anzulegen. Dann legt der Spannungssteuerungskreis 40 die von der Gleichstromenergiequelle 41 angelegte Spannung V_{pos} an den Fühlerabschnitt 20 an, ähnlich wie bei dem oben beschriebenen Fall. D.h., daß die angelegte Spannung V_{pos} kurz nach einem Verstreichen der oben erwähnten vorbestimmten Periode t_1 an den Fühlerabschnitt 20 angelegt wird. Dadurch beginnt der Strom I_{pos} von der Gleichstromenergiequelle 41 durch die Leitung 41, die abgasseitige Elektroden-schicht 23, die feste Elektrolytschicht 22, die atmosphären-seitige Elektroden-schicht 24 des Fühlerabschnittes 20, die Leitung 42a und den Stromerfassungskreis 50 als ein Grenzstrom zu fließen. Mit anderen Worten ausgedrückt, wie es in der Fig. 24 gezeigt ist, fließt der Strom I_{neg} durch den Fühlerabschnitt 20, wird invertiert und steigt an, um kurz nach dem Verstreichen der vorbestimmten Periode oder Zeitdauer t_1 zu dem Strom I_{pos} zu werden und dann beginnt er danach exponentiell zu fallen, wie es durch die durchgezogene Linie in der Figur gezeigt ist.

Es sollte angemerkt werden, daß der Schritt 115 zur Schätzung des Sättigungsstromes dadurch gekennzeichnet ist, daß der Sättigungsstrom I_{negs} des Stromes I_{neg} durch dreimalige Messung des Wertes I_{neg} während des Anwachsens des Stromes I_{neg} einmal geschätzt wird, ähnlich dem Aspekt, der mit Bezug zu der Fig. 7 dargestellt wurde. Dadurch kann der Sättigungsstrom I_{negs} noch genauer abgeschätzt werden.

In den Fig. 24A und 24B sind Spannungen V gezeigt, die an den Fühlerabschnitt 20 angelegt werden und Ströme I , die durch den Fühlerabschnitt 20 zu dieser Zeit fließen. In der Fig. 24B verändert sich ein Strom I_{neg} , der fließt, wenn die angelegte Spannung V von V_{pos} auf V_{neg} umgeschaltet wird, exponentiell, wie es durch die Gleichung (1) ausgedrückt wird, wobei I_0 einen Spitzenstromwert, (I_{neg}) einen Sättigungsstromwert (konvergierter Wert) und (T) eine Zeitkonstante (T) darstellt.

Als nächstes wird der Schritt 123, der dem Schritt 121

folgt, zur Schätzung eines Grenzstromes im Detail mit Bezug zu der Fig. 25 erklärt. Diese Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, daß der Grenzstrom I_{pos} des Stromes I_{pos} durch dreimalige Messung im Verlauf des Ansteigens des Wertes I_{pos} einmal geschätzt wird. Dadurch kann der Grenzstrom I_{pos} wesentlich genauer geschätzt werden.

In der Fig. 24B verändert sich ein Strom I_{pos} exponentiell, der fließt, wenn die angelegte Spannung von V_{neg} auf V_{pos} umgeschaltet wird, wie es durch die folgende Gleichung (4) ausgedrückt ist, wobei (I_0') einen Spitzenstromwert, (I_{pos}) einen Grenzstromwert (konvergierter Grenzstromwert) und (T) eine Zeitkonstante darstellt.

$$I_{pos} = I_{pos} + (I_0') - (I_{pos}) e^{-t/T} \quad (4)$$

Wenn der Spitzenstromwert I_0' , der Grenzstromwert (konvergierter Stromwert) I_{pos} und die Zeitkonstante T unbekannt sind, ist es notwendig die Stromwerte an drei Punkten auf der I_{pos} -Kurve I_{pos1} , I_{pos2} und I_{pos3} zu erfassen, um I_{pos} feststellen zu können. Dann wird I_{pos} festgestellt, durch Erreichen einer Lösung der folgenden simultanen Gleichungen, und zwar aus den Stromwerten, die an den drei Punkten erfaßt wurden:

$$\begin{aligned} I_{pos1} &= I_{pos} + (I_0') - I_{pos} e^{-t_{2a}/T} \\ I_{pos2} &= I_{pos} + (I_0') - I_{pos} e^{-t_{2b}/T} \\ I_{pos3} &= I_{pos} + (I_0') - I_{pos} e^{-t_{2c}/T} \end{aligned} \quad (5)$$

Hierbei sind I_{pos1} , I_{pos2} und I_{pos3} Werte des Stromwertes I_{pos} nach den Zeiten t_{2a} , t_{2b} und t_{2c} , ab dem Zeitpunkt gerechnet, zu dem die angelegte Spannung V von V_{neg} auf V_{pos} geändert wird.

Zum Beispiel, wenn angenommen wird, daß $t_{2a} = 0$ ist und $t_{2b} = t_{2c} - t_{2b}$ ist, um die Berechnung zu vereinfachen und wenn diese Werte für die Gleichung (5) ersetzt werden, kann I_{pos} durch die folgende Gleichung (6) gefunden werden:

$$I_{pos} = \frac{(I_{pos2}^2 - I_{pos} \cdot 3 \cdot I_{pos1})}{I_{pos2} - I_{pos3} - I_{pos1}} \quad (6)$$

Als nächstes wird der Betrieb dieser Ausführungsform mit Bezug zu einem Flußdiagramm nach der Fig. 25 erklärt werden.

Nach der arithmetischen Operation in dem Schritt 121, entscheidet der Mikrocomputer 70 in dem Schritt 122a, ob die vorbestimmte Zeit t_{11} (die als eine Negativ-Spannungszeit t_1 + vorbestimmte Zeit gesetzt wird, die ausreichend ist, damit der erfaßte Strom konvergiert, seitdem die positive Spannung angelegt wurde) vergangen ist, seitdem die negative (Vor-) Spannung an den Fühlerabschnitt 20 angelegt worden ist oder ob die vorbestimmte Zeit $t_{11} - t_1$ verstrichen ist, seitdem die positive Spannung angelegt wurde, und wartet für die vorbestimmte Zeit t_{1a} in dem Schritt 113a. Falls die Antwort "Ja" ist, setzt er den von dem A-D Wandler 60 konvertierten Stromwert I_{pos} als den Grenzstromwert I_{pos} , wie er in dem Schritt 122b gilt, unter der Annahme, daß der erfaßte Strom konvergiert ist. Falls die Antwort in dem Schritt 122a "Nein" ist, schreitet der Ablauf zu dem Schritt 123a weiter und danach wird der Grenzstrom nach der Konvergenz des erfaßten Stromes auf dem Weg der Konvergenz geschätzt.

D.h., daß der Mikrocomputer 70 für die vorbestimmte Zeitdauer t_{2a} in dem Schritt 123a wartet. Das Warten auf die Zeit in dem Schritt 123a aufhörend, erfaßt der

Mikrocomputer 70 den Stromwert und setzt in dem Schritt 123b den von dem A-D Wandler 60 konvertierten Strom I_{pos} als den Strom I_{pos1} . Danach wartet der Mikrocomputer 70 die vorbestimmte Zeit $t_{2b} - t_{2a}$ in dem Schritt 123c ab. Das Warten auf diese Zeit in dem Schritt 123c aufhörend, erfaßt der Mikrocomputer 70 den Stromwert und setzt den von dem A-D Wandler 60 konvertierten Strom in dem Schritt 123d als den Strom I_{pos2} fest. Als nächstes wartet der Mikrocomputer 70 die vorbestimmte Zeit $t_{2c} - t_{2b}$ in dem Schritt 123e ab.

Das Warten in dem Schritt 123e beendend, erfaßt der Mikrocomputer 70 den Stromwert und setzt den von dem A-D Wandler 60 konvertierten Strom als den Strom I_{pos3} in dem Schritt 123f fest. Danach berechnet der Mikrocomputer 70 den Sättigungs-Grenzstromwert I_{pos} basierend auf den simultanen Gleichungen (5), die oben bei dem Schritt 123g beschrieben worden sind. Die simultanen Gleichungen (5) werden zu der Zeit gebildet, zu der die positive Spannung als der Anfangszustand angelegt wird und werden zuvor in dem ROM des Mikrocomputers 70 gespeichert. Danach setzt der Mikrocomputer 70 den in dem Schritt 123f geschätzten Sättigungs-Grenzstrom I_{pos} als den Grenzstrom I_{pos} in dem Schritt 122c fest. Danach bestimmt der Mikrocomputer 70 die O_2 -Konzentration, d. h. das LKV, und zwar in dem Schritt 124 in Antwort auf den in den Schritten 122b oder 122c gesetzten Grenzstrom I_{pos} , basierend auf den O_2 -Konzentrations-Grenzstromdaten (in der Fig. 25 gezeigt).

Wie es oben beschrieben worden ist, ist die in der Fig. 25 gezeigte Ausführungsform dadurch gekennzeichnet, daß der Grenzstrom I_{pos} des Stromes I_{pos} durch dreimalige Messung des Wertes einmal im Verlauf des Abfallens des Stromes I_{pos} geschätzt wird und daß dadurch der Grenzstrom I_{pos} noch genauer geschätzt werden kann.

Weiterhin kann, da die O_2 -Konzentration, d. h. das LKV kontinuierlich durch wiederholtes Setzen des erfaßten Stromes nach der Konvergenz als der Grenzstrom erfaßt wird, wie er es während der Zeit ist, wenn die positive Spannung angelegt wird, nachdem die positive Spannung an den Fühlerabschnitt 20 angelegt wurde und nachdem die Zeit verstrichen ist, die ausreicht, damit der erfaßte Strom konvergiert, die O_2 -Konzentration wiederholt sehr genau ermittelt werden, und zwar in Antwort auf Änderungen der O_2 -Konzentration, nachdem der erfaßte Strom konvergiert ist.

Weiterhin wird der Fühlerabschnitt 20 durch die angelegte Spannung V_{pos} kurz nach dem Verstreichen der vorbestimmten Zeit t_1 unter positive Spannung gesetzt und das LKV wird zu der Zeit t_{33} im Verlaufe der Konvergenz vor dem Verstreichen der vorbestimmten Zeit ($t_{11} - t_1$) durch die Ströme I_{pos1} bis I_{pos3} bis zu dieser Zeit erfaßt, die die Konvergenzperiode ist, in der der durch den Fühlerabschnitt 20 fließende Strom I_{pos} infolge der positiven Spannung aufhört zu fallen, so daß das LKV im Vergleich zu dem Stand der Technik schnell ermittelt werden kann. Hierbei wird die Anstiegsflankenhöhe des Stromes I_{pos} in dem Fall nach der vorliegenden Ausführungsform relativ niedrig gehalten, verglichen mit der Anstiegsflankenhöhe des Stromes I_{pos} in dem Fall nach dem Stand der Technik und der Strom I_{pos} nach der vorliegenden Ausführungsform fällt rapide ab, verglichen mit dem Strom I_{pos} nach dem oben beschriebenen Stand der Technik, so daß weiterhin das LKV schneller erfaßt werden kann.

Anzumerken ist, daß, obwohl der Fühlerabschnitt 20 durch die angelegte Spannung V_{pos} kurz nach dem Ver-

streichen der vorbestimmten Zeit t_1 in dieser oben beschriebenen Ausführungsform unter positive Spannung gesetzt wird, die vorliegende Erfindung nicht nur darauf beschränkt ist, und es ist möglich, den Fühlerabschnitt 20 durch die angelegte Spannung V_{pos} nach dem Verstreichen der vorbestimmten Zeit t_1 und vor dem Verstreichen der vorbestimmten Zeit t_{11} unter positive Spannung zu setzen.

Als nächstes wird mit Bezug zu der Fig. 26 eine Modifikation zur Schätzung des Grenzstromes erklärt werden. Bei dieser Modifikation, verglichen mit der in der Fig. 25 gezeigten Ausführungsform ist der Schritt 122a weggelassen und anstatt dessen ist der Schritt 122d nach dem Schritt 123g zusätzlich vorhanden. Wenn in dem Schritt 122d festgestellt wird, daß der vorherige und der aktuelle Wert des erfaßten Stromes nahezu gleich ist, wird angenommen, daß der erfaßte Strom konvergiert ist und daß der aktuell erfaßte Strom nach der Konvergenz als der Grenzstrom festgelegt wird, wie es in dem Schritt 122b erfolgt. Wenn in dem Schritt 122d festgestellt wird, daß der vorherige Wert und der aktuelle Wert des erfaßten Stromes I_{pos} nicht gleich ist, wird angenommen, daß der erfaßte Strom sich auf dem Wege der Konvergenz befindet und der in dem Schritt 123g geschätzte Wert wird in dem Schritt 122c als der Grenzstrom festgelegt. Die vorliegende Ausführungsform erlaubt es ebenfalls die gleichen Wirkungen zu erzielen, die nach der Fig. 25 erreicht werden.

Obwohl der Grenzstrom I_{posa} durch das Lösen der Gleichung (5) in dem Schritt 123g nach den Fig. 25 und 26 in der Ausführungsform, die sich auf den dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung bezieht, ermittelt wird, ist es möglich den Sättigungsstrom I_{neps} und den Grenzstrom I über die Kennfelder in dem ROM zu ermitteln, und zwar durch eine Änderung des absoluten Wertes von dem erfaßten Strom.

Nun wird ein Fall beschrieben werden, bei dem der Grenzstrom I_{posa} mittels des Kennfeldes ermittelt werden wird. Zuerst werden $(I_{pos1} - I_{pos2}) = \Delta I_1$ und $(I_{pos2} - I_{pos3}) = \Delta I_2$ ermittelt. Ausgehend von diesem Ergebnis wird ein absoluter Wert (Änderungsrate) von $|\Delta I_1 - \Delta I_2|$ oder $(|\Delta I_1 - \Delta I_2|) / |\Delta I_1|$ ermittelt und eine Abweichung von i von I_{pos2} bis I_{posa} (Fig. 24) wird ermittelt, basierend auf einer Charakteristik von $|\Delta I_1 - \Delta I_2|$ oder $(|\Delta I_1 - \Delta I_2|) / |\Delta I_1|$ sowie die Abweichung i (festgelegt, so daß je größer die Abweichung von dem absoluten Wert ist, desto größer die Abweichung i wird) mittels des Kennfeldes vorher in dem ROM gespeichert wurde und der Grenzstrom I_{posa} über eine Berechnung von $I_{posa} = I_{pos3} - i$ ermittelt wurde. Dadurch kann der Grenzstrom I_{posa} genauer geschätzt werden, ohne daß komplizierte Gleichungen berechnet werden, sogar wenn der Gradient der Konvergenz des erfaßten Stromes nicht als eins definiert ist. Falls der Gradient der Konvergenz des erfaßten Stromes als "eins" definiert ist, kann der Grenzstrom I_{posa} durch Berechnung von $I_{posa} = I_{pos2} - i$ ermittelt werden, indem die Abweichung i auf der Basis der Charakteristik der Abweichung i von I_{pos2} bis I_{posa} bis ΔI_1 aus dem Kennfeld in dem ROM ermittelt wird, indem nur die Variation des absoluten Wertes von $(I_{pos1} - I_{pos2}) = \Delta I_1$ benutzt wird.

Obwohl der Grenzstrom I_{posa} wiederholt erfaßt wird bis zu dem nächsten Temperaturerfassungs-"timing", sogar nach der Konvergenz des erfaßten Stromes in der oben beschriebenen Ausführungsform, ist es möglich den Grenzstrom I_{posa} nach der Konvergenz nicht zu erfassen, indem der Grenzstrom I_{posa} immer geschätzt

wird, und zwar durch den erfaßten Strom im Laufe der Konvergenz durch Anlegen von alternierenden Spannungen von negativer und positiver Spannung (an den Fühlerabschnitt 20), mit einer konstanten Frequenz von 133, wie in den Fig. 24A und 24B gezeigt. Zu dieser Zeit, obwohl die Schritte 122a und 122b in der Fig. 8 und die Schritte 122d und 122b in der Fig. 9 weggelassen werden können, wird kein Grenzstrom I_{posa} durch den erfaßten Strom nach der Konvergenz erfaßt und der Grenzstrom I_{posa} wird nur über den erfaßten Strom im Laufe der Konvergenz geschätzt, so daß eine Abweichung zwischen dem geschätzten Grenzstrom und dem aktuellen Grenzstrom nach der Konvergenz nicht berücksichtigt werden kann, sogar wenn sie vorliegen wurde.

Wie es oben beschrieben worden ist, ergibt sich gemäß dem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung eine hervorragende Wirkung, nämlich daß, weil der Grenzstrom nach der Konvergenz über den erfaßten Strom im Laufe der Konvergenz geschätzt wird, seitdem die positive Spannung aufgebracht worden ist und die O_2 -Konzentration wird auf der Basis des geschätzten Grenzstromes ermittelt, die Zeitdauer, und zwar von dem Anlegen der positiven Spannung bis zur Erfassung der O_2 -Konzentration verkürzt werden kann und daß die Zeit, während der keine O_2 -Konzentration erfaßt werden kann, beträchtlich verkürzt werden kann.

In der Fig. 28 ist ein detaillierter Aufbau des elektrischen Schaltkreises bzw. Kreises des Teils des Spannungssteuerungskreises 40 gezeigt, der in der Fig. 2 dargestellt ist. Ein Referenzspannungskreis 44 teilt eine konstante Spannung V_r durch jeden der beiden Spannungsteilungswiderstände 44a und 44b, um eine konstante Referenzspannung V_a zu erzeugen. Ein erster Spannungsversorgungskreis 45 führt die gleiche Spannung V_a zu, die der konstanten Spannung V_a des Referenzspannungskreises 44 entspricht, und zwar zu einem Anschluß des O_2 -Fühlers S (Leitung 42a, die mit der atmosphärenseitigen Elektroden-schicht 24 verbunden ist) und umfaßt einen Operationsverstärker 45a, dessen negativer Eingangsanschluß mit einem Teilungspunkt des Spannungsteilungswiderstandes verbunden ist und dessen positiver Eingangsanschluß mit einem Anschluß des O_2 -Fühlers S verbunden ist, einen Widerstand 45b, dessen eines Ende mit einem Ausgangsanschluß des Operationsverstärkers 45a verbunden ist und einen NPN-Transistor 45c und einen PNP-Transistor 45d, deren Basisanschlüsse mit dem anderen Ende des Widerstandes 45b verbunden sind. Ein Kollektor des NPN-Transistors 45c ist mit der konstanten Spannung V_r verbunden und ein Emitter davon ist mit einem Anschluß des O_2 -Fühlers S über einen Stromerfassungswiderstand 50a verbunden, die den Stromerfassungskreis 50 bilden. Ein Emitter des PNP-Transistors 45d ist mit dem Emitter des NPN-Transistors 45c verbunden und ein Kollektor davon ist geerdet.

Ein D-A Wandler 46 wandelt ein Spannungsbefehlssignal (digitales Signal) von dem Mikrocomputer 70 in ein analoges Spannungs-Signal V_c um. Ein zweiter Spannungsversorgungskreis 47 führt eine Spannung V_c dem anderen Anschluß (Leitung 41a ist mit der abgasseitigen Elektroden-schicht 23 verbunden) des O_2 -Fühlers S zu, die der Ausgangsspannung V_c des D-A Wandlers 46 entspricht und umfaßt einen Operationsverstärker 47a, dessen negativer Eingangsanschluß mit dem Ausgang des D-A Wandlers 46 verbunden ist und dessen positiver Eingangsanschluß mit dem anderen Anschluß des O_2 -Fühlers S verbunden ist, einen Widerstand 47b, des-

sen eines Ende mit einem Ausgangsanschluß des Operationsverstärkers 47a verbunden ist, und einen NPN-Transistor 47c und einen PNP-Transistor 47d, deren Basisanschlüsse mit dem anderen Ende des Widerstandes 47b verbunden sind. Ein Kollektor des NPN-Transistors 47c ist mit der konstanten Spannung V_r verbunden und ein Emitter davon ist mit dem anderen Anschluß des O_2 -Fühlers S über den Widerstand 47e verbunden. Ein Emitter des PNP-Transistors 47d ist mit dem Emitter des NPN-Transistors 47c verbunden und ein Kollektor davon ist geerdet.

Dadurch wird die konstante Spannung V_a immer zu einem Anschluß des Sauerstoff- bzw. O_2 -Fühlers S zugeführt. Wenn das Spannungsbefehlssignal, das einer Spannung entspricht, die höher ist als die konstante Spannung V_a , von dem Mikrocomputer 70 zu dem D-A Wandler 46 zugeführt wird, wird die Spannung V_c , die niedriger ist als die konstante Spannung V_a , dem anderen Anschluß des O_2 -Fühlers S zugeführt und der O_2 -Fühler wird durch die Spannung von $V_a - V_c$ ($V_a > V_c$) unter positive Spannung gesetzt. Wenn das Spannungsbefehlssignal, das einer Spannung entspricht, die niedriger ist als die konstante Spannung V_a , von dem Mikrocomputer 70 zu dem D-A Wandler 46 zugeführt wird, wird die Spannung V_c , die größer ist als die konstante Spannung V_a , dem anderen Anschluß des O_2 -Fühlers S zugeführt und der O_2 -Fühler wird durch die Spannung von $V_a - V_c$ ($V_a > V_c$) unter negative Spannung gesetzt. Dadurch kann die Vorspannung des O_2 -Fühlers S wahlweise entweder auf einen positiven oder negativen Wert gesteuert werden, basierend auf dem Spannungsbefehlssignal, das von dem Mikrocomputer 70 dem D-A Wandler 46 zugeführt wird.

Dann wird eine Differenz der Spannungen ($V_b - V_a$) an beiden Enden des Stromerfassungswiderstandes 50a als ein erfaßter Strom von dem Stromerfassungskreis 50 dem A-D Wandler 60 eingegeben und eine Differenz der Spannungen ($V_a - V_c$) an den beiden Enden des O_2 -Fühlers wird als eine induzierte Spannung des O_2 -Fühlers dem A-D Wandler 60 zugeführt.

Es ist anzumerken, daß das wesentliche Merkmal der vorliegenden Erfindung in der Variierung des Spannungsumschaltungs-"timings" zu sehen ist. Deshalb ist die Erfassung des Sättigungsstromes zur Erfassung der O_2 -Konzentration und der Element-Temperatur nicht auf das Schätzen des Sättigungsstromes des erfaßten Stromes im Laufe der Konvergenz beschränkt, wie nach dem dritten Aspekt, sondern der Strom kann auch nach der Sättigung erfaßt werden, wie es in der US-PS-4,543,176 oder der US-PS-4,626,338 offenbart ist. Weiterhin kann die Element-Temperatur erfaßt werden, wie es in der US-PS-4,882,030 offenbart ist. Weiterhin ist die an den O_2 -Fühler S angelegte Spannung zur Erfassung der Element-Temperatur nicht auf die negative Spannung beschränkt, sondern es kann auch eine andere Spannung sein, die sich von der Spannung unterscheidet, die zur Erfassung des Grenzstromes angelegt wurde.

Die vorliegende Erfindung nach dieser Beschreibung soll nicht auf die offenbarten Ausführungsformen beschränkt sein, sondern kann auf viele Arten verändert werden, ohne sich vom Kern der Erfindung wegzubewegen.

Um die Zeitdauer abzukürzen, während der eine O_2 -Konzentration (Sauerstoff) nicht erfaßt werden kann, wird eine Temperatur eines Fühlerabschnittes 20 erfaßt, indem der Fühlerabschnitt 20 durch einen Vorspannungssteuerkreis 40 negativ unter Vorspannung

gesetzt wird und indem ein Mikrocomputer 70 veranlaßt wird, einen davon gesättigten Strom einmal zu berechnen, und zwar bevor der durch den Fühlerabschnitt 20 fließende Strom aufhört um einen Stromwert zu steigen, der durch einen Stromerfassungskreis 50 zu dieser Zeit erfaßt wird. Weiterhin wird der Fühlerabschnitt 20 gleich nach dem Verstreichen der Zeitdauer durch den Vorspannungssteuerkreis 40 positiv unter Vorspannung gesetzt und ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis wird zu dieser Zeit durch den Mikrocomputer 70 erfaßt, wenn der Stromfluß durch den Fühlerabschnitt 20 infolge der positiven Vorspannung zu fallen aufhört, mit dem Strom zu dieser Zeit. Weiterhin ist die Periode, während der die negative Vorspannung aufgebracht wird, variabel durch den Mikrocomputer 70 festgelegt, und zwar in Antwort auf Veränderungen der Motor- bzw. Maschinentemperatur und der Menge an Einlaßluft. Weiter wird die Temperatur des Fühlerabschnittes 20 erfaßt und basierend darauf eine Heizung 26 gesteuert, um den Fühler schnell zu aktivieren.

Patentansprüche

1. Sauerstoffkonzentrationserfassungsvorrichtung mit einem Sauerstoff-Fühler (S) vom Grenzstromtyp; einem Spannungsaufbringungsmittel (40) zur Aufbringung von positiven und negativen Spannungen für eine vorbestimmte Zeitdauer auf den Sauerstoff-Fühler (S) durch Umschalten der Spannungen; einem Stromerfassungsmittel (50) zur Erfassung von Strömen, die durch den Sauerstoff-Fühler (S) fließen, wenn die Spannungen angelegt sind; einem Widerstandserfassungsmittel (70; 116) zur Erfassung eines Gleichstrom-Widerstandes des Sauerstoff-Fühlers auf der Basis des erfaßten Stromes, wenn die negative Spannung für eine vorbestimmte Zeitdauer an den Sauerstoff-Fühler angelegt ist; einem Sauerstoffkonzentrationserfassungsmittel (70; 124) zur Erfassung einer Sauerstoff-Konzentration auf der Basis des erfaßten Stromes, wenn die positive Spannung an den Sauerstoff-Fühler angelegt ist; und einem Zeitsteuerungsveränderungsmittel (70; 101) zur variablen Festlegung einer Zeitsteuerung zur Umschaltung auf die negative Spannung.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Zeitsteuerungsveränderungsmittel (70; 101) Mittel zur Veränderung der Zeitsteuerung zum Umschalten auf die negative Spannung in Antwort auf den Gleichstrom-Widerstand umfassen, der von den Widerstandserfassungsmitteln erfaßt wird.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, wobei die Zeitsteuerung zum Umschalten der negativen Spannung gesetzt wird, so daß die Periode länger wird, wenn die Variation des Gleichstrom-Widerstandes weniger wird.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Zeitsteuerungsveränderungsmittel (70; 101) Mittel zur Veränderung der Zeitsteuerung zum Umschalten auf die negative Spannung in Antwort auf die erfaßte Sauerstoffkonzentration umfassen, die von den Sauerstoffkonzentrationserfassungsmitteln erfaßt wird.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, wobei die Zeitsteuerung zum Umschalten der negativen Spannung gesetzt wird, so daß die Periode länger wird,

29 wenn die Sauerstoffkonzentration schwankt, die durch die Sauerstoffkonzentrationserfassungsmittel erfaßt wird.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1, weiterhin mit einem Betriebszustandserfassungsmittel (70; 152, 154, 163, 171—174) zur Erfassung eines Betriebszustandes einer Verbrennungskraftmaschine (10); und wobei die Zeitsteuerungsveränderungsmittel (70; 101) Mittel zur Veränderung der Zeitsteuerung zum Umschalten auf die negative Spannung in Antwort auf den Betriebszustand umfassen, der von den Betriebszustandserfassungsmitteln (70; 152, 154, 163, 171—174) erfaßt wird.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, wobei die Betriebszustandserfassungsmittel (70; 152, 154, 163, 171—174) Übergangsbetriebserfassungsmittel zur Erfassung eines Übergangszustandes der Verbrennungskraftmaschine umfassen; und wobei die Zeitsteuerung zum Umschalten der negativen Spannung gesetzt wird, so daß die Periode verlängert wird, wenn der Übergangszustand durch die Übergangsbetriebserfassungsmittel erfaßt wird.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6, wobei die Betriebszustandserfassungsmittel Aufwärmzustandserfassungsmittel zur Erfassung eines Aufwärmzustandes der Verbrennungskraftmaschine umfassen und Betriebszustandsveränderungserfassungsmittel zur Erfassung einer Veränderung des Betriebszustandes der Verbrennungskraftmaschine umfassen; und wobei die Zeitsteuerungsveränderungsmittel Mittel zur Veränderung der Zeitsteuerung (timing) zum Umschalten der negativen Spannung in Antwort auf den Motoraufwärmzustand umfassen, der von dem Aufwärmzustandserfassungsmittel erfaßt wird und Mittel zur Veränderung der Zeitsteuerung zum Umschalten der negativen Spannung in Antwort auf die Änderung des Betriebszustandes umfassen, die von dem Betriebszustandserfassungsmittel erfaßt wird.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei die Zeitsteuerungsveränderungsmittel Mittel umfassen, die vorzugsweise die Zeitsteuerung zum Umschalten der negativen Spannung in Antwort auf den Motoraufwärmzustand für eine vorbestimmte Zeitdauer nach dem Starten der Verbrennungskraftmaschine bestimmen, und die vorzugsweise die Zeitsteuerung zum Umschalten der negativen Spannung in Antwort auf die Änderung des Betriebszustandes nach der vorbestimmten Zeitdauer bestimmen, die von den Betriebszustandsveränderungserfassungsmitteln erfaßt wird.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei die Zeitsteuerungsveränderungsmittel Mittel umfassen, die die Zeitsteuerung zur Umschaltung der negativen Spannung bestimmen, indem die Periode gemittelt wird, die in Antwort auf den Motoraufwärmzustand bestimmt wird und indem die Periode gemittelt wird, die in Antwort auf die Änderung des Betriebszustandes ermittelt wird.

11. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei die Zeitsteuerungsveränderungsmittel Mittel umfassen, die vorzugsweise die Zeitsteuerung zum Umschalten der negativen Spannung in Antwort auf den Motoraufwärmzustand ermitteln, wenn die Änderung des Motoraufwärmzustandes einen vorbestimmten Wert überschreitet und die vorzugsweise die Zeit-

steuerung zum Umschalten der negativen Spannung in Antwort auf die Änderung des Betriebszustandes ermitteln, wenn die Änderung des Motoraufwärmzustandes einen vorbestimmten Wert unterschreitet.

12. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei die Aufwärmzustandserfassungsmittel entweder Fühlertemperaturerfassungsmittel zur Erfassung der Fühlertemperatur des Sauerstoff-Fühlers oder Temperaturerfassungsmittel zur Erfassung der Temperatur der Verbrennungskraftmaschine umfassen.

13. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei die Betriebszustandsveränderungserfassungsmittel Mittel zur Erfassung der Änderung von entweder der Einlaßluftmenge, des Druckes des Einlaßrohres, der Drehzahl, des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses, der Kraftstoffeinspritzmenge, des Drosselklappenöffnungswinkels oder der Geschwindigkeit des Fahrzeuges umfassen.

14. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Sauerstoff-Fühler in dem Abgassystem der Verbrennungskraftmaschine angeordnet ist, und die Zeitsteuerungsveränderungsmittel Negativspannungsaufbringungsverhinderungsmittel umfassen, die die Aufbringung der negativen Spannung verhindern, wenn vorhergesagt wird, daß sich das Luft-Kraftstoff-Verhältnis (LKV) der Verbrennungskraftmaschine stark verändert.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, wobei die Negativspannungsaufbringungsverhinderungsmittel Lastschwankungserfassungsmittel zur Erfassung umfassen, nämlich ob eine Schwankung der Last der Verbrennungskraftmaschine einen vorbestimmten Wert überschreitet, und Zeitsteuerungsmittel zur Verhinderung der Anlegung der negativen Spannung für eine vorbestimmten Zeitdauer, ab dem Zeitpunkt, zu dem erfaßt wurde, daß die Schwankung der Last den vorbestimmten Wert übersteigt bis zu dem Zeitpunkt, an dem das LKV der Verbrennungskraftmaschine stabil geworden ist.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, wobei die Zeitsteuerungsmittel Stabilisierungszeitschätzungsmittel zur Schätzung einer Zeit umfassen, und zwar von dem Zeitpunkt an, ab dem sich die Schwankung der Last mehr verändert hat als der vorbestimmte Wert bis zu dem Zeitpunkt, an dem die durch die Sauerstofffassungsmittel erfaßte Sauerstoffkonzentration stabil wird, sowie Verzögerungszeitschätzungsmittel zur Schätzung einer Verzögerungszeit umfassen, und zwar von dem Zeitpunkt an, zu dem sich das LKV an der Position aktuell verändert, an der der Sauerstoff-Fühler angeordnet ist, verzögert durch die Schwankung der Last, und Verhinderungsbestimmungsmittel umfassen, die die Anlegung der negativen Spannung während einer Periode verhindern, die von der Verzögerungszeit bis zu der Stabilisierungszeit reicht.

17. Vorrichtung nach Anspruch 15, wobei die Zeitsteuerungsmittel Stabilisierungszeitschätzungsmittel zur Schätzung einer Zeit umfassen, ab dem Zeitpunkt, zu dem die Schwankung der Last sich mehr verändert als der vorbestimmte Wert bis zu dem Zeitpunkt, zu dem die durch die Sauerstoffkonzentrationserfassungsmittel erfaßte Sauerstoffkonzentration stabil wird, sowie Veränderungsperiodenschätzungsmittel zur Schätzung einer Periode umfassen, während der sich ein Ausgang des Sauer-

stoff-Fühlers aktuell ändert, verzögert durch die Schwankung der Last, sowie Verhinderungsbestimmungsmittel zur Verhinderung der Aufbringung der negativen Spannung umfassen, während der Veränderungsperiode, ab dem Zeitpunkt der Stabilisierung bis zu dem Zeitpunkt vor der Veränderungsperiode.

18. Vorrichtung nach Anspruch 15, wobei die Lastschwankungserfassungsmittel zumindest eine der Variationen des Drosselklappenöffnungswinkels, des Druckes des Einlaßrohres und der Einlaßluftmenge der Verbrennungskraftmaschine ermitteln, die größer ist als der vorbestimmte Wert.

19. Vorrichtung nach Anspruch 1, weiterhin mit einer Heizung (26) zur Beheizung des Sauerstoff-Fühlers (S); und

einem Heizungssteuerungsmittel (80) zur Steuerung der Beheizung der Heizung (26) auf der Basis des Gleichstromwiderstandes, der von den Widerstandserfassungsmitteln erfaßt wird.

20. Vorrichtung nach Anspruch 1, weiterhin mit einem Aufbringspannungsveränderungsmittel (111, 121) zur Veränderung der an den Sauerstoff-Fühler angelegten Spannung auf der Basis des Gleichstromwiderstandes, der von den Widerstandserfassungsmitteln erfaßt wird.

21. Sauerstoffkonzentrationserfassungsvorrichtung mit einem Sauerstoff-Fühler (S) vom Grenzstromtyp; einem Aktivierungsbestimmungsmittel (70; 141) zur Bestimmung, ob der Sauerstoff-Fühler (S) aktiv ist;

einem Spannungsaufbringungsmittel (40) zur Aufbringung von positiven und negativen Spannungen für eine vorbestimmte Zeitdauer auf den Sauerstoff-Fühler (S) durch Umschalten der Spannungen, wenn entschieden wird, daß der Sauerstoff-Fühler (S) aktiv ist;

einem Negativspannungsaufbringungsfortsetzungsmittel (70; 142) zur Bewirkung der Fortsetzung der Anlegung der negativen Spannung durch die Spannungsaufbringungsmittel auf den Sauerstoff-Fühler, bis durch die Aktivierungsbestimmungsmittel festgestellt wird, daß der Sauerstoff-Fühler (S) aktiv ist;

einem Stromerfassungsmittel (50) zur Erfassung von Strömen, die durch den Sauerstoff-Fühler (S) fließen, wenn die Spannungen angelegt sind;

einem Temperaturerfassungsmittel (70; 116) zur Erfassung einer Fühler-Temperatur des Sauerstoff-Fühlers (S) auf der Basis des erfaßten Stromes, wenn die negative Spannung für eine vorbestimmte Zeitdauer an den Sauerstoff-Fühler (S) angelegt ist; einem Sauerstoffkonzentrationserfassungsmittel (70; 124) zur Erfassung einer Sauerstoff-Konzentration auf der Basis des erfaßten Stromes, wenn die positive Spannung an den Sauerstoff-Fühler (S) angelegt ist;

einer Heizung (26) zur Beheizung des Sauerstoff-Fühlers (S); und

einem Heizungssteuerungsmittel (80) zur Steuerung der Beheizung der Heizung auf der Basis der Fühlertemperatur, die von den Fühlertemperaturerfassungsmitteln erfaßt wird.

22. Vorrichtung nach Anspruch 21, wobei die Aktivierungsbestimmungsmittel Mittel umfassen, zur Erfassung, daß die durch die Fühlertemperaturerfassungsmittel erfaßte Fühlertemperatur eine Tem-

peratur erreicht hat, die ausreichend ist, um den den Sauerstoff-Fühler zu aktivieren.

23. Vorrichtung nach Anspruch 21, wobei der Sauerstoff-Fühler in dem Abgassystem der Verbrennungskraftmaschine angeordnet ist, und die Aktivierungsbestimmungsmittel Mittel umfassen, zur Erfassung, daß eine Zeitdauer verstrichen ist, die ausreicht, um den Sauerstoff-Fühler zu aktivieren, seit dem Start der Verbrennungskraftmaschine.

24. Vorrichtung nach Anspruch 23, wobei die Zeitdauer zur Aktivierung des Sauerstoff-Fühlers so festgesetzt ist, daß je niedriger die Temperatur der Verbrennungskraftmaschine ist, desto länger die Zeitdauer bzw. Periode wird.

25. Vorrichtung nach Anspruch 21, weiterhin mit einem Fühlertemperaturstabilisierungsmittel zur Bestimmung, ob die Fühlertemperatur des Sauerstoff-Fühlers stabil ist oder ob nicht; und

einem Periodenfestsetzungsmittel zur Festsetzung der Periode zum längeren Umschalten der negativen Spannung, wenn durch die Fühlertemperaturstabilisierungsmittel festgestellt wird, daß die Fühlertemperatur stabil ist, verglichen mit dem Zustand, in dem festgestellt wird, daß die Fühlertemperatur nicht stabil ist.

26. Vorrichtung nach Anspruch 25, wobei die Fühlertemperaturstabilisierungsmittel Mittel umfassen, die bestimmen, daß die durch die Fühlertemperaturerfassungsmittel erfaßte Fühlertemperatur eine Temperatur erreicht hat, die ausreichend ist, die Fühlertemperatur zu stabilisieren.

27. Vorrichtung nach Anspruch 25, wobei die Fühlertemperaturstabilisierungsmittel Mittel umfassen, die bestimmen, daß eine Veränderung der Fühlertemperatur, die durch die Fühlertemperaturerfassungsmittel erfaßt wird, geringer ist als ein Wert, der der Stabilisierung der Fühlertemperatur entspricht.

28. Vorrichtung nach Anspruch 25, wobei der Sauerstoff-Fühler in einem Abgassystem der Verbrennungskraftmaschine angeordnet ist, und die Fühlertemperaturstabilisierungsmittel Mittel umfassen, die erfassen, daß eine Zeit verstrichen ist, die ausreichend für eine Stabilisierung der Fühlertemperatur ist, seitdem die Verbrennungskraftmaschine gestartet wurde.

29. Vorrichtung nach Anspruch 28, wobei die Zeit, die zur Stabilisierung der Fühlertemperatur ausreicht, so gesetzt ist, daß je niedriger die Temperatur der Verbrennungskraftmaschine ist, desto länger die Zeit wird.

30. Vorrichtung nach Anspruch 21, weiterhin mit einem Aufbringspannungsveränderungsmittel zur Veränderung der an den Sauerstoff-Fühler angelegten Spannung auf der Basis der Fühlertemperatur, die durch die Fühlertemperaturerfassungsmittel erfaßt wird.

31. Sauerstoffkonzentrationserfassungsvorrichtung mit

einem Sauerstoff-Fühler (S) vom Grenzstromtyp; einem Spannungsaufbringungsmittel (40) zur Aufbringung einer positiven und einer negativen Spannung auf den Sauerstoff-Fühler (S) durch Umschalten auf die negative Spannung für eine vorbestimmte Zeitdauer;

einem Stromerfassungsmittel (50) zur Erfassung von Strömen, die durch den Sauerstoff-Fühler (S)

33

fließen, wenn die Spannungen angelegt sind;
 einem Widerstandserfassungsmittel (70; 115) zur
 Erfassung eines Gleichstromwiderstandes des Sauer-
 stoff-Fühlers (S) auf der Basis des erfaßten Stro-
 mes, wenn die negative Spannung für eine vorbe-
 stimmte Zeitdauer an den Sauerstoff-Fühler (S) an-
 gelegt ist;
 einem Grenzstromvorhersagungsmittel (70; 123)
 zur Vorhersage eines Grenzstromes nach einer
 Konvergenz des erfaßten Stromes im Laufe der
 Konvergenz, seitdem die positive Spannung auf
 den Sauerstoff-Fühler aufgebracht wurde; und
 einem Sauerstoffkonzentrationserfassungsmittel
 (70; 124) zur Erfassung einer Sauerstoff-Konzen-
 tration auf der Basis des vorhergesagten Grenz-
 stromes.

32. Vorrichtung nach Anspruch 31, weiterhin mit
 einem Grenzstromerfassungsmittel (70;
 123a—123g) zur Erfassung des Stromes, der nach
 der Konvergenz erfaßt wird, seitdem die positive
 Spannung (als der Grenzstrom) an den Sauerstoff-
 Fühler angelegt wurde; und nachdem der erfaßte
 Strom nach der Konvergenz durch die Grenz-
 stromerfassungsmittel als der Grenzstrom erfaßt
 wird, wird die Sauerstoffkonzentration durch die
 Sauerstoffkonzentrationserfassungsmittel auf der
 Basis der nach der Konvergenz erfaßten Stromes
 bestimmt, anstatt mittels des vorhergesagten
 Grenzstromes.

33. Vorrichtung nach Anspruch 32, wobei die
 Grenzstromerfassungsmittel Mittel zur wiederhol-
 ten Erfassung des erfaßten Stromes nach dem Ver-
 streichen einer vorbestimmten Zeit umfassen, die
 ausreichend ist, daß der erfaßte Strom konvergiert,
 seitdem die positive Spannung (als der Grenz-
 strom) an den Sauerstoff-Fühler angelegt wurde,
 nach der Konvergenz, während die positive Span-
 nung angelegt wird.

34. Vorrichtung nach Anspruch 32, wobei die
 Grenzstromerfassungsmittel Mittel zur Erfassung
 des erfaßten Stromes umfassen, wenn keine we-
 sentlichen Änderungen eingetreten sind, seitdem
 die Spannung an den Sauerstoff-Fühler angelegt
 wurde (als der Grenzstrom, nach der Konvergenz).

35. Vorrichtung nach Anspruch 31, weiterhin mit
 einem Temperaturstromvorhersagemittel (70; 115)
 zur Vorhersage eines Stromes, der nach der Kon-
 vergenz durch den Sauerstoff-Fühler fließt, und
 zwar durch den erfaßten Strom im Laufe der Kon-
 vergenz, seitdem die negative Spannung auf den
 Sauerstoff-Fühler aufgebracht wurde; und wobei
 die Widerstandserfassungsmittel Mittel zur Erfas-
 sung des Gleichstromwiderstandes auf der Basis
 des durch die Temperaturstromvorhersagemittel
 vorhergesagten Stromes umfassen.

36. Vorrichtung nach Anspruch 31, weiterhin mit
 einer Heizung zur Beheizung des Sauerstoff-Füh-
 lers und mit Heizungssteuerungsmitteln zur Steue-
 rung der Beheizung der Heizung auf der Basis des
 durch die Widerstandserfassungsmittel erfaßten
 Gleichstromwiderstandes.

37. Vorrichtung nach Anspruch 31, weiterhin mit
 einem Aufbringspannungsveränderungsmittel zur
 Veränderung der an den Sauerstoff-Fühler aufge-
 brachten Spannung auf der Basis des durch die Wi-
 derstandserfassungsmittel erfaßten Gleichstrom-
 widerstandes.

38. Sauerstoffkonzentrationserfassungsvorrichtung

mit
 einem Sauerstoff-Fühler (S) vom Grenzstromtyp;
 einem Spannungsaufbringungsmittel (40) zur Auf-
 bringung von positiven und negativen Spannungen
 für eine vorbestimmte Zeitdauer auf den Sauer-
 stoff-Fühler (S) durch Umschalten der Spannun-
 gen;
 einem Stromerfassungsmittel (50) zur Erfassung
 von Strömen, die durch den Sauerstoff-Fühler (S)
 fließen, wenn die Spannungen angelegt sind;
 einem Temperaturerfassungsmittel (70; 116) zur
 Erfassung einer Temperatur des Sauerstoff-Fühlers
 auf der Basis des erfaßten Stromes, wenn die nega-
 tive Spannung für eine vorbestimmte Zeitdauer an
 den Sauerstoff-Fühler angelegt ist;
 einem Sauerstoffkonzentrationserfassungsmittel
 (70; 124) zur Erfassung einer Sauerstoff-Konzen-
 tration auf der Basis des erfaßten Stromes, wenn
 die positive Spannung an den Sauerstoff-Fühler an-
 gelegt ist;
 einem Zeitsteuerungsveränderungsmittel (70; 101)
 zur variablen Festlegung einer Zeitsteuerung zur
 Umschaltung auf die negative Spannung;
 einem Heizungsmittel (26) zur Beheizung des Sau-
 erstoff-Fühlers (S); und
 einem Heizungssteuerungsmittel (80) zur Steue-
 rung des Heizbetriebes der Heizungsmittel in Ant-
 wort auf die erfaßte Temperatur des Sauerstoff-
 Fühlers.

39. Sauerstoffkonzentrationserfassungsvorrichtung
 mit
 einem Sauerstoff-Fühler (S) vom Grenzstromtyp;
 einem Spannungsaufbringungsmittel (40) zur Auf-
 bringung von positiven und negativen Spannungen
 für eine vorbestimmte Zeitdauer auf den Sauer-
 stoff-Fühler (S) durch Umschalten der Spannun-
 gen;
 einem Stromerfassungsmittel (50) zur Erfassung
 von Strömen, die durch den Sauerstoff-Fühler (S)
 fließen, wenn die Spannungen angelegt sind;
 einem Widerstandserfassungsmittel (70; 116) zur
 Erfassung eines Gleichstrom-Widerstandes des
 Sauerstoff-Fühlers auf der Basis des erfaßten Stro-
 mes, wenn die negative Spannung für eine vorbe-
 stimmte Zeitdauer an den Sauerstoff-Fühler ange-
 legt ist;
 einem Grenzstromvorhersagemittel (70; 123) zur
 Vorhersage eines Grenzstromes nach einer Kon-
 vergenz des erfaßten Stromes im Laufe der Kon-
 vergenz, seitdem die positive Spannung an den
 Sauerstoff-Fühler angelegt ist;
 einem Sauerstoffkonzentrationserfassungsmittel
 (70; 124) zur Erfassung einer Sauerstoffkonzentra-
 tion auf der Basis des vorhergesagten Stromes; und
 einem Zeitsteuerungsveränderungsmittel (70; 101)
 zur variablen Festlegung einer Zeitsteuerung zur
 Umschaltung auf die negative Spannung.

Hierzu 22 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 1A

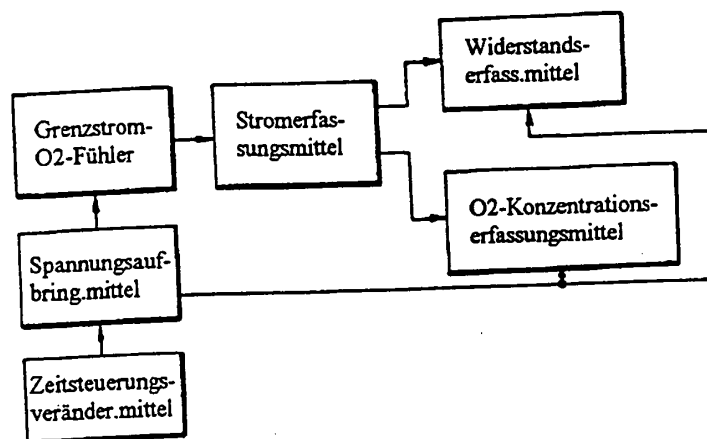


FIG. 1B

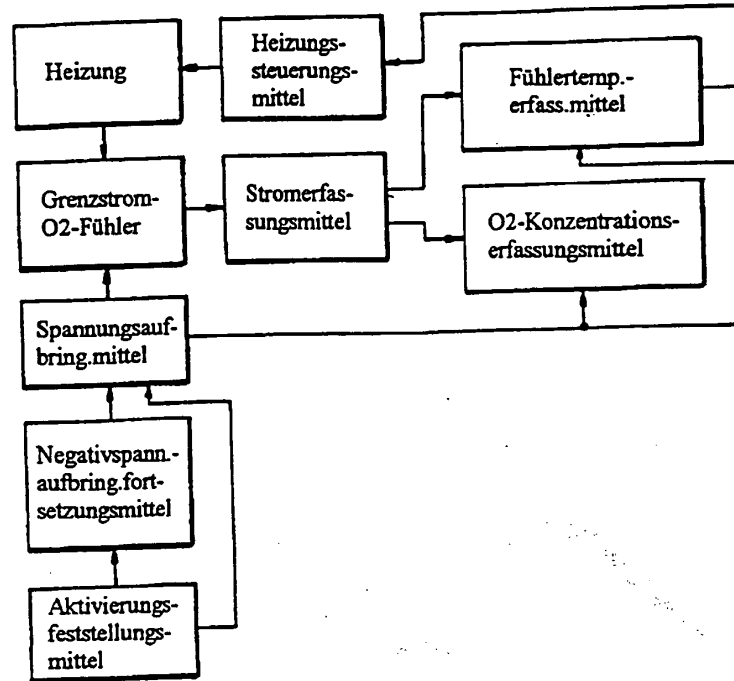


FIG. 1C

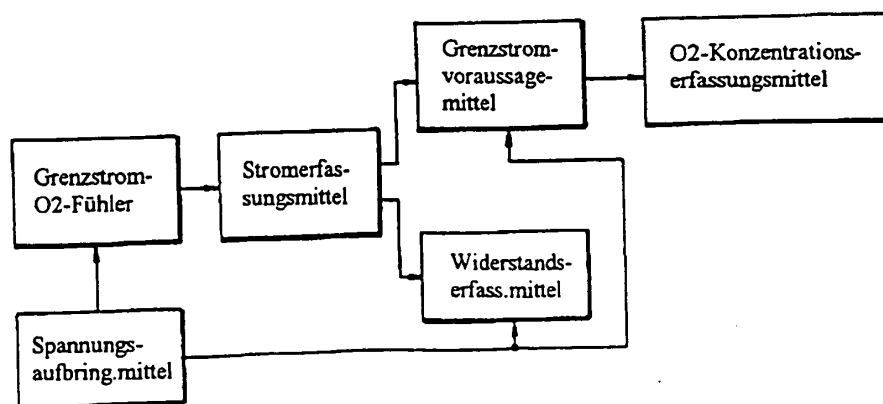


FIG. 3A

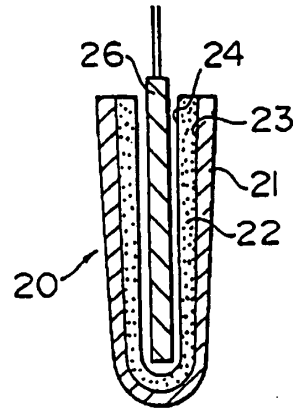


FIG. 3B

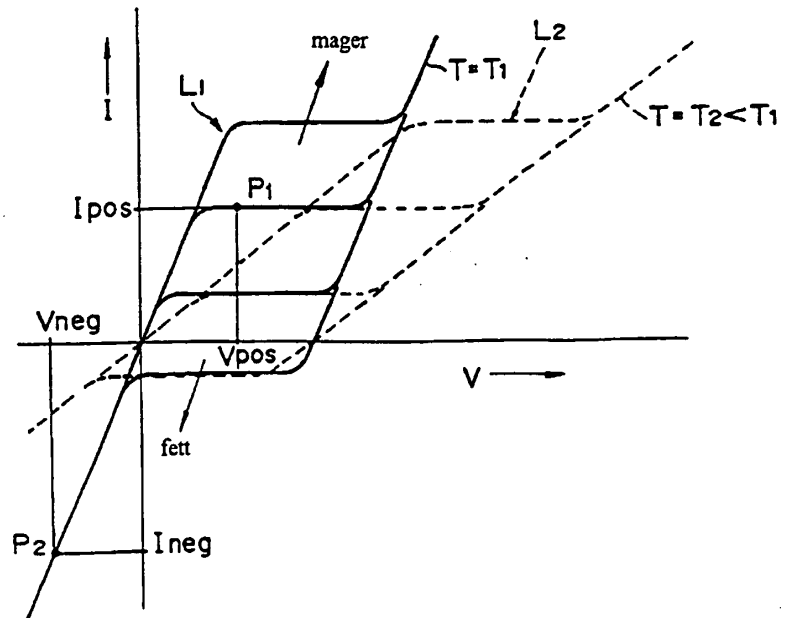
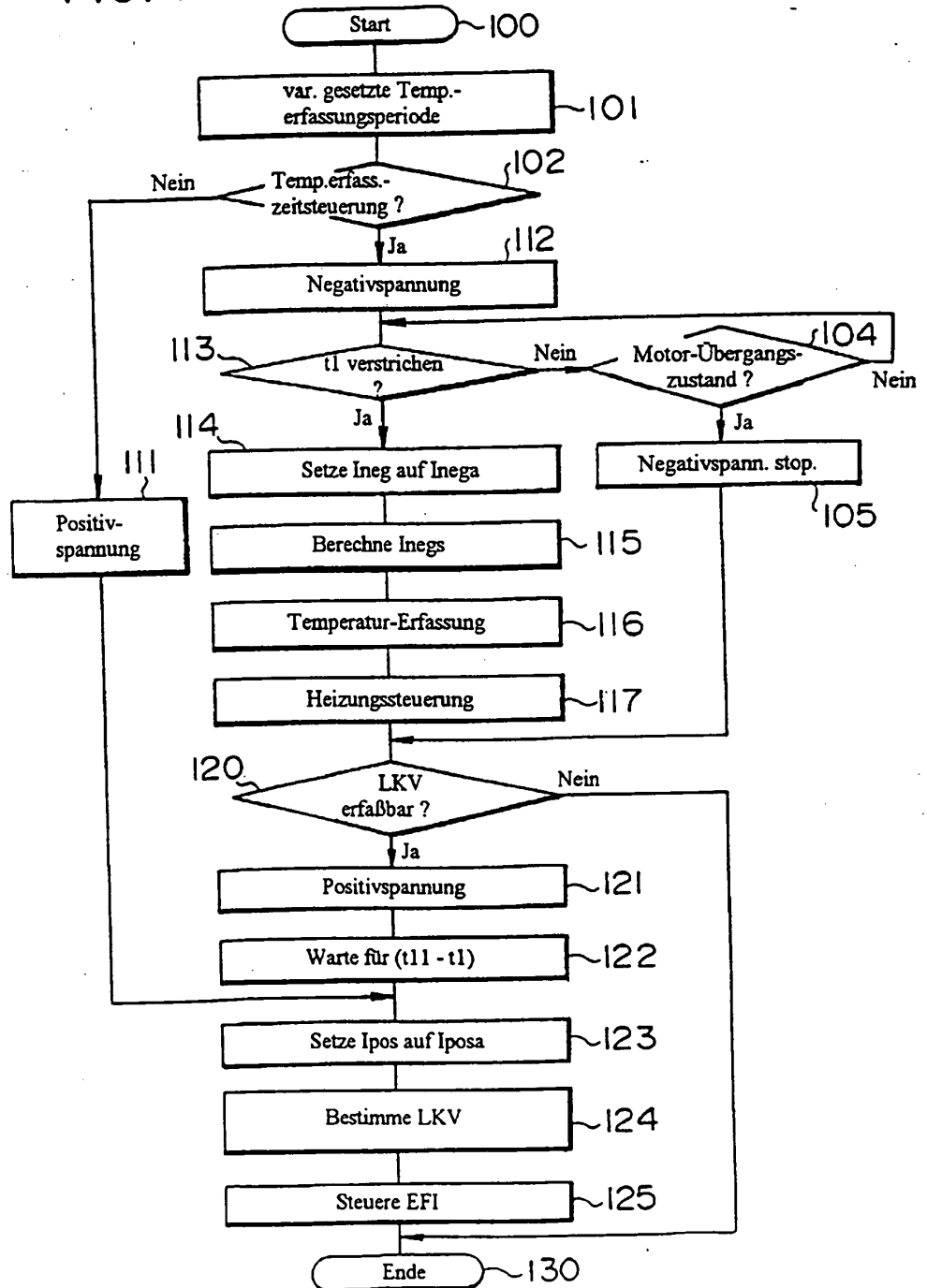


FIG. 4



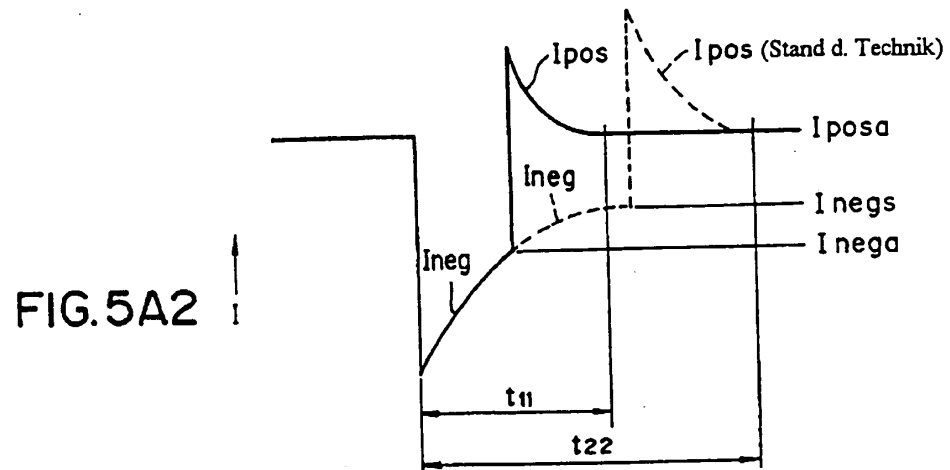
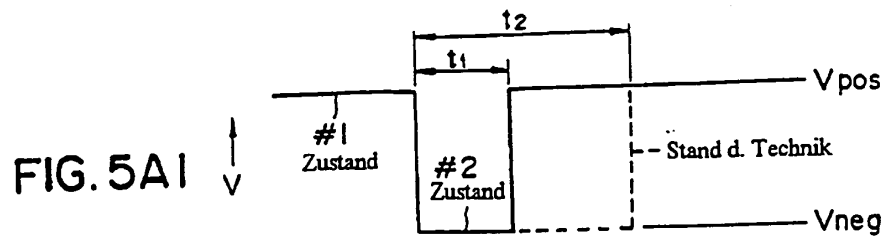


FIG. 5B

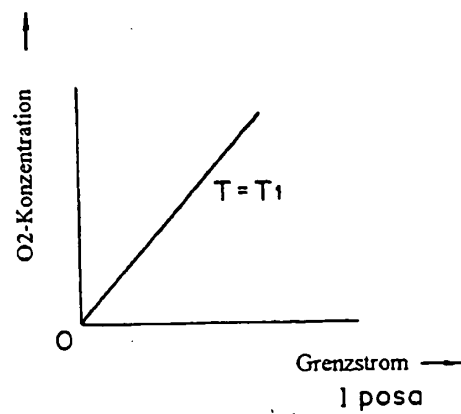


FIG. 6A

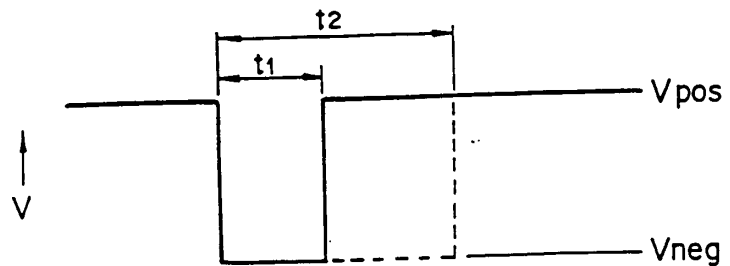


FIG. 6B

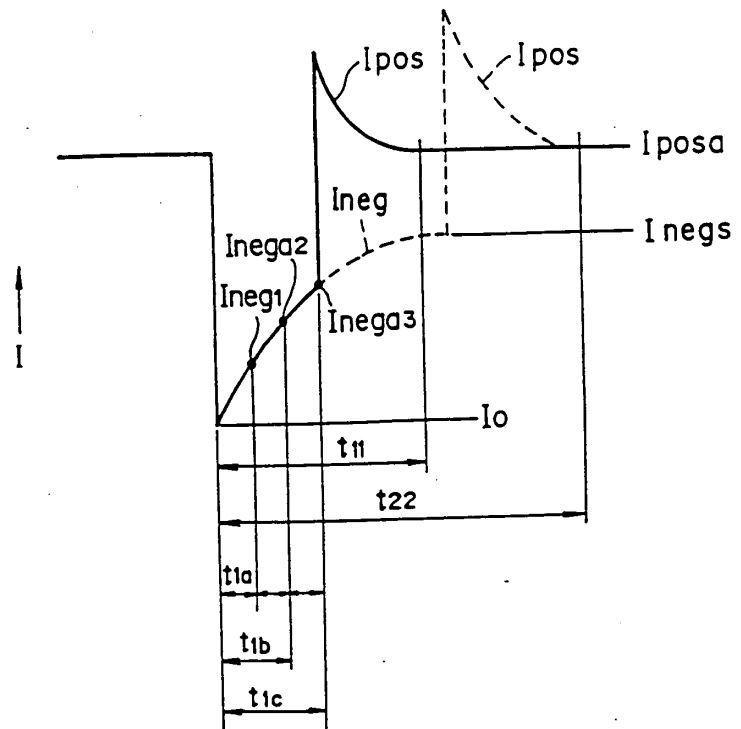


FIG. 7

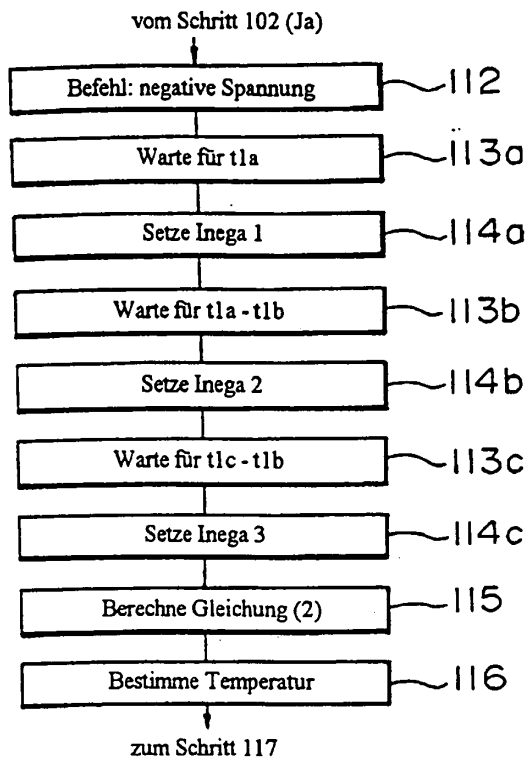


FIG. 8

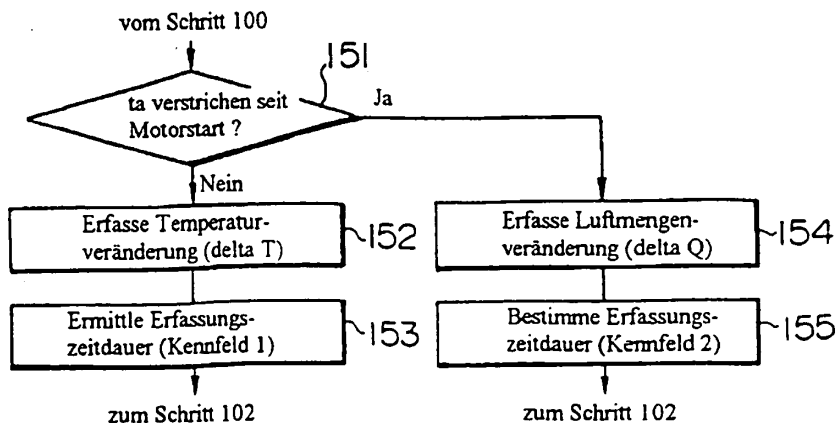


FIG. 9A

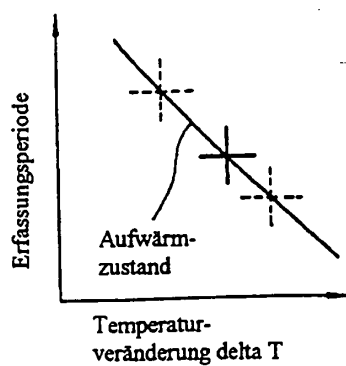


FIG. 9B

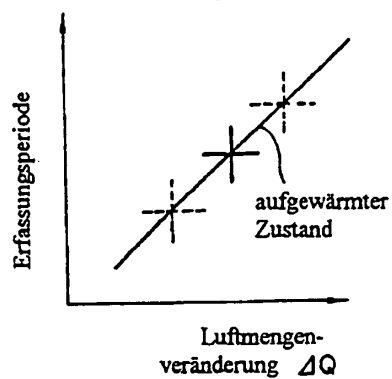


FIG. 10A

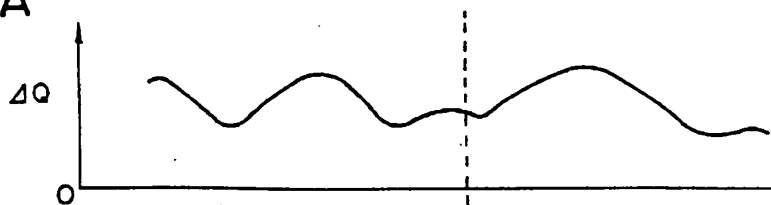


FIG. 10B

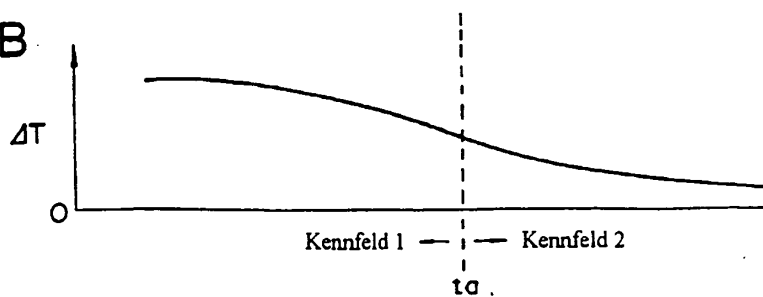


FIG. 11

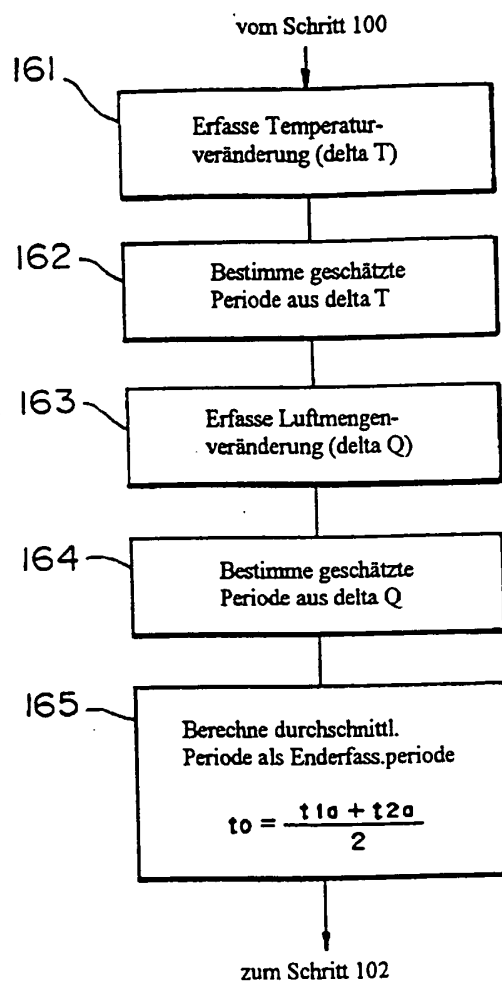


FIG. 12

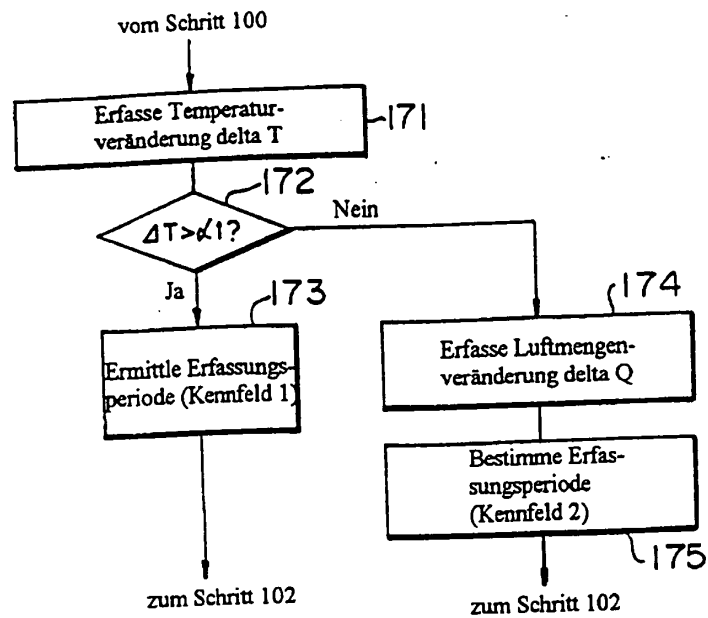


FIG. 13A

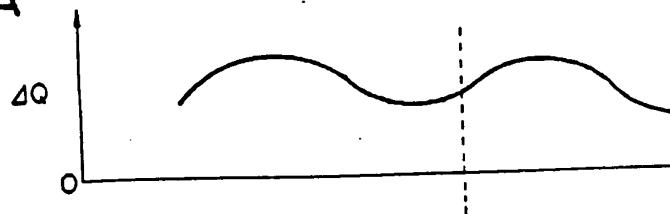


FIG. 13B

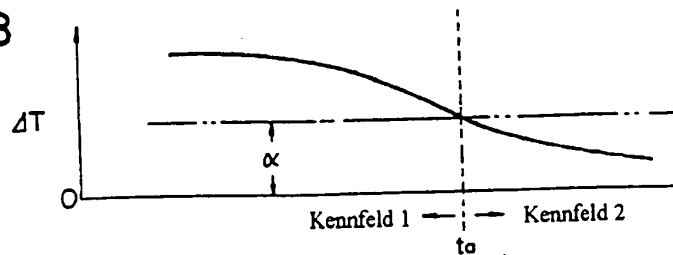


FIG. 14

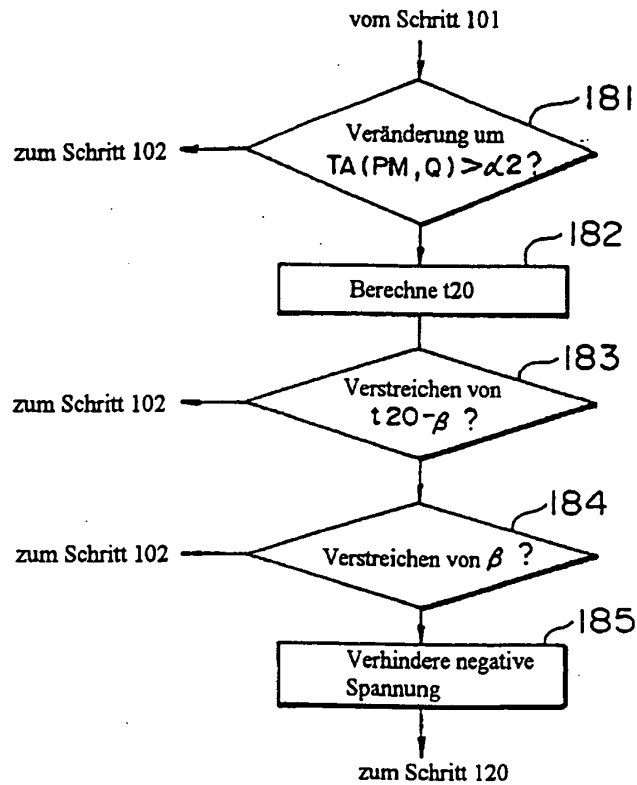


FIG. 15A

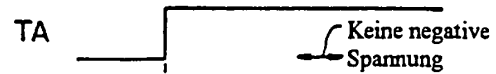


FIG. 15B

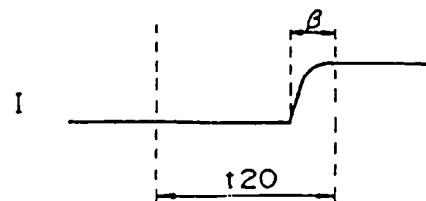


FIG.16

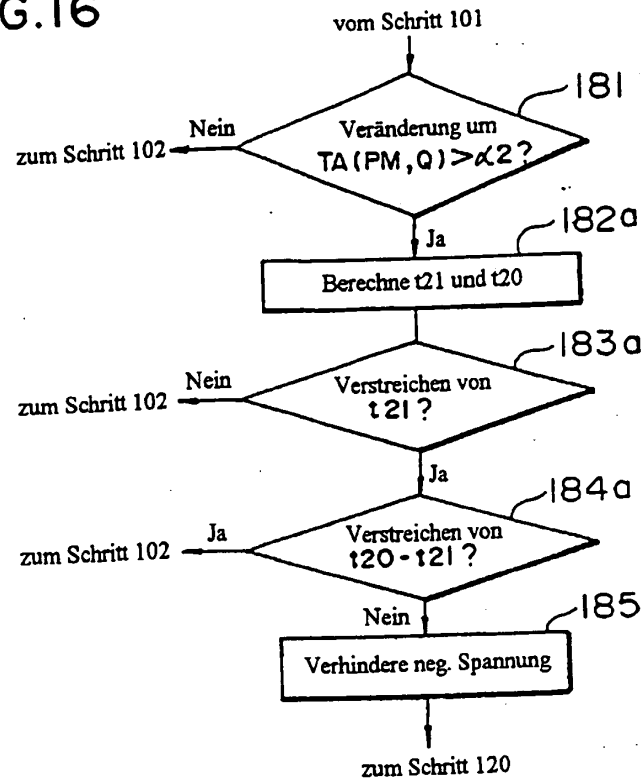


FIG.17A

FIG.17B

FIG.17C

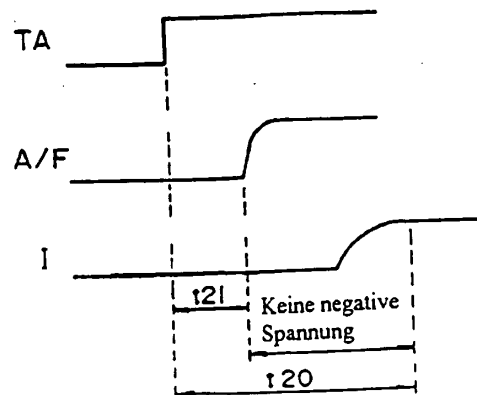


FIG. 18

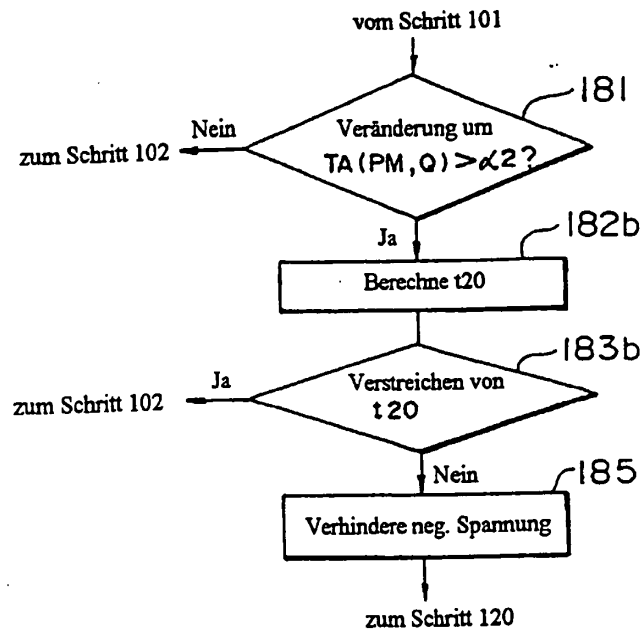


FIG. 19A

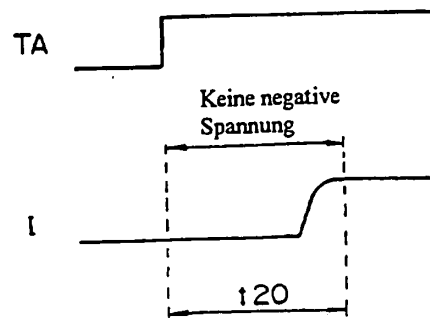


FIG. 19B

FIG. 20

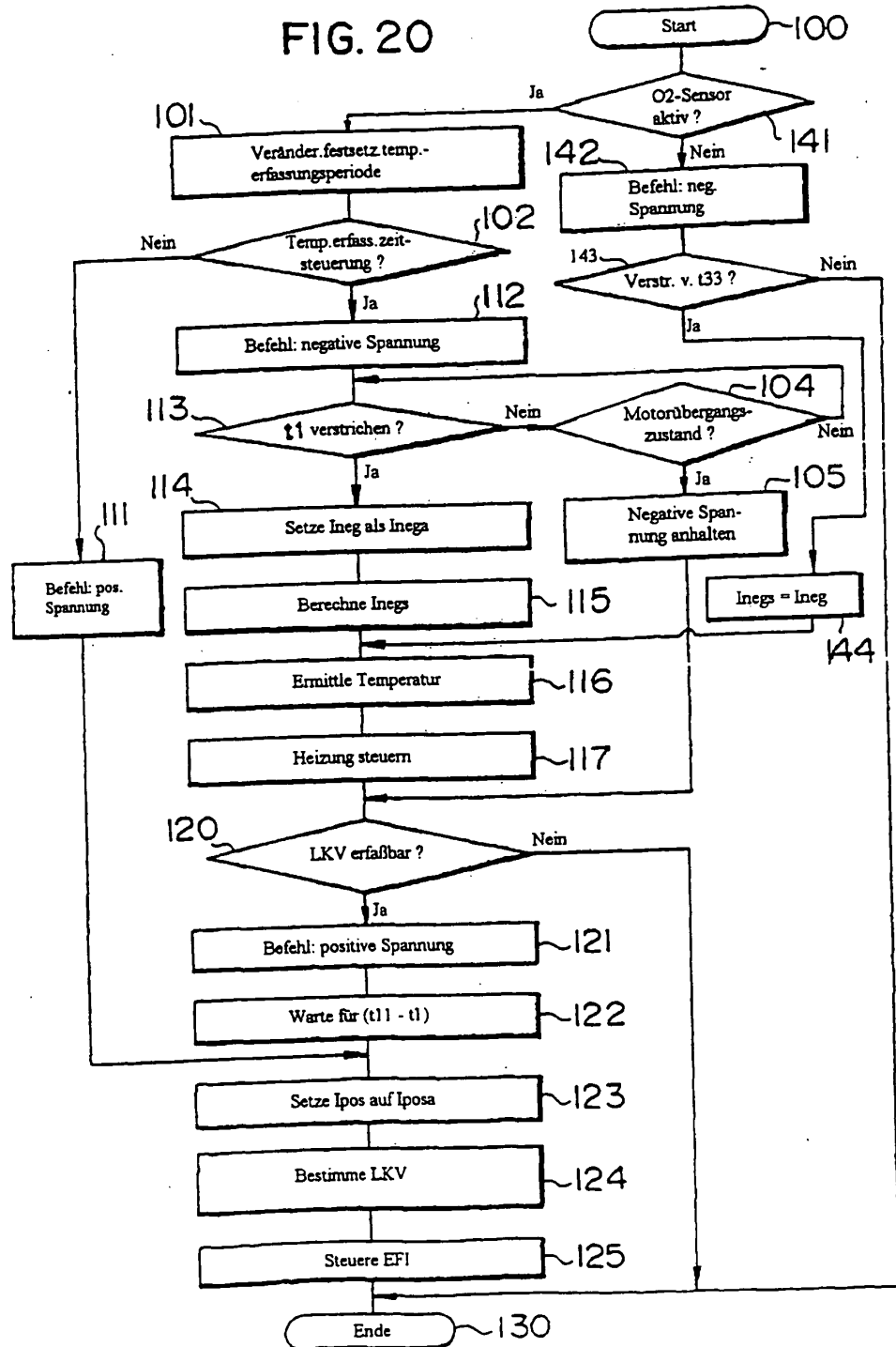


FIG. 2IA

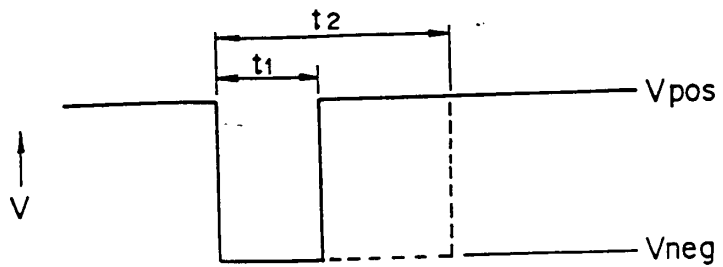


FIG. 2IB

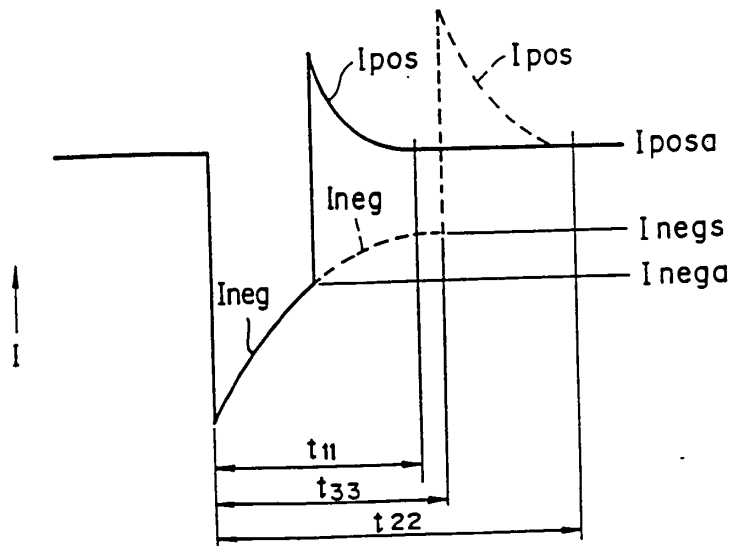


FIG.22A

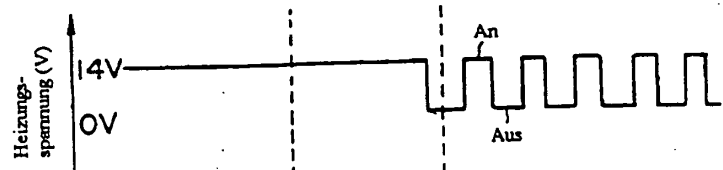


FIG.22B

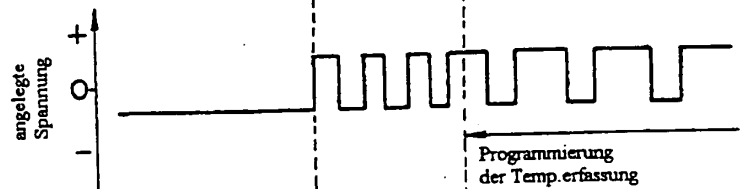


FIG.22C

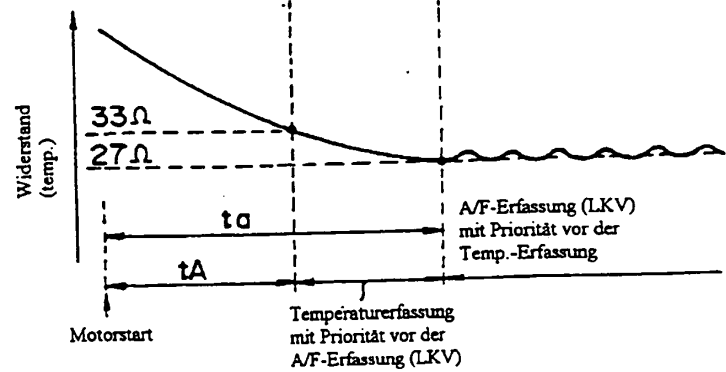


FIG. 23

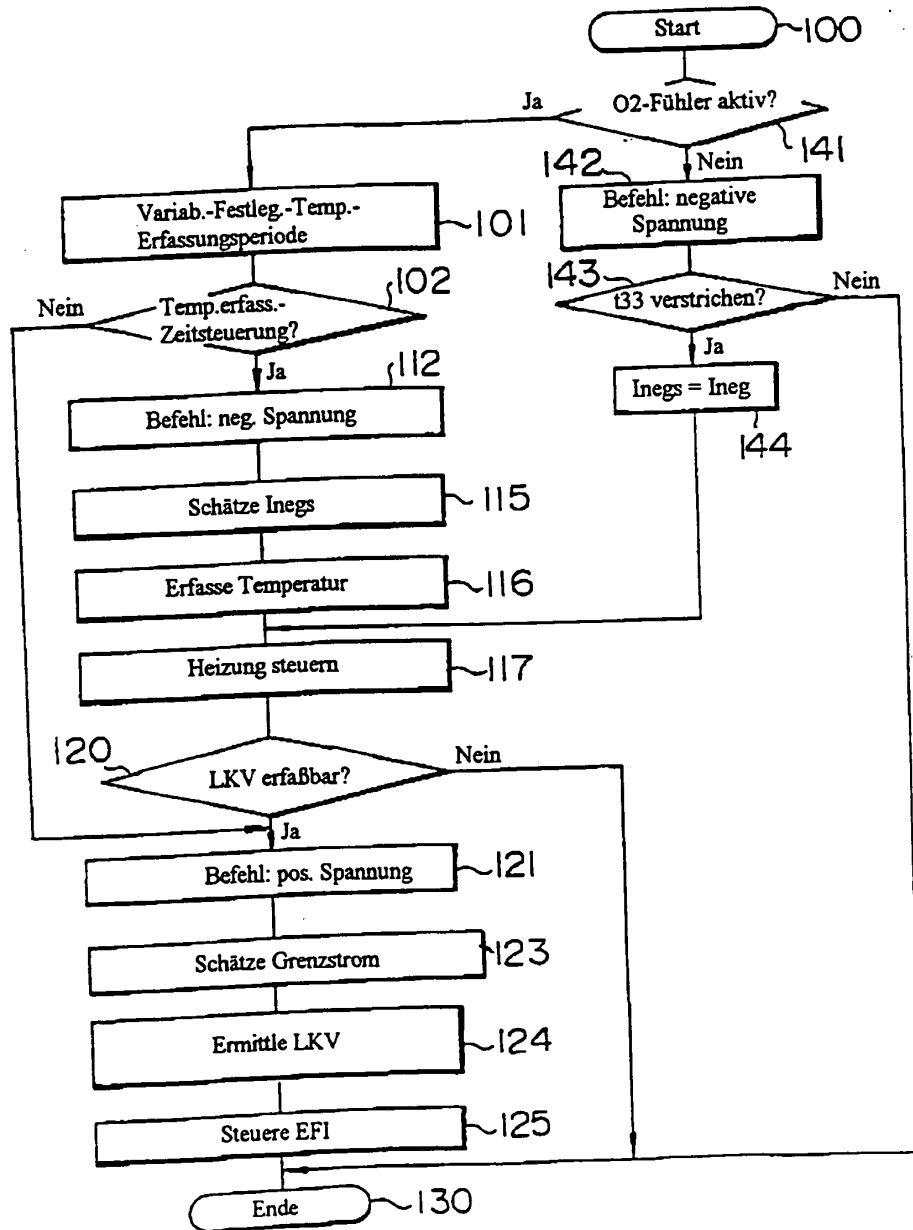


FIG. 24A

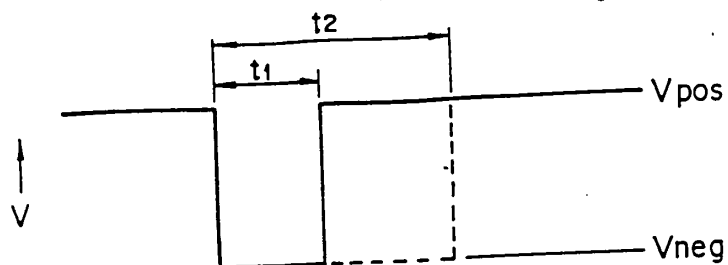


FIG. 24B

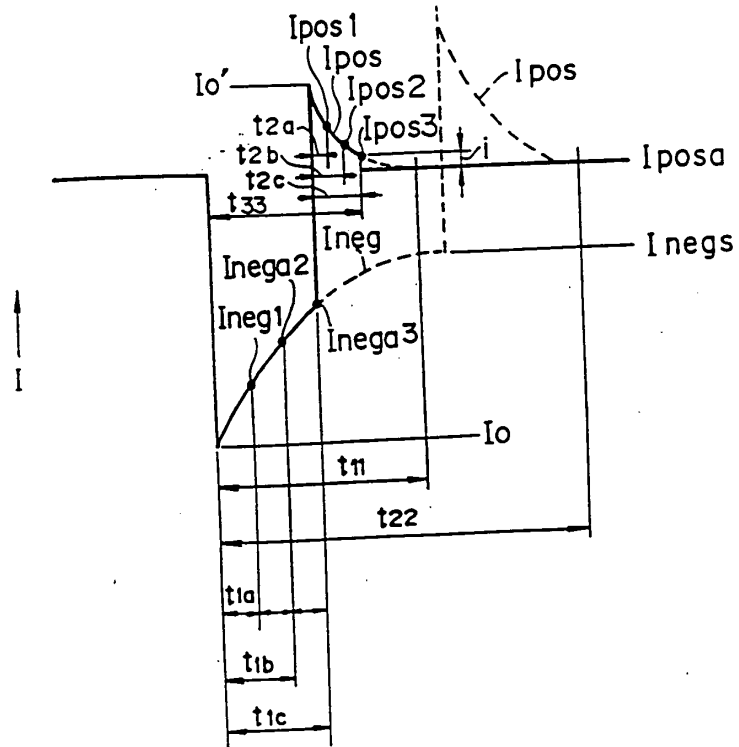


FIG. 25

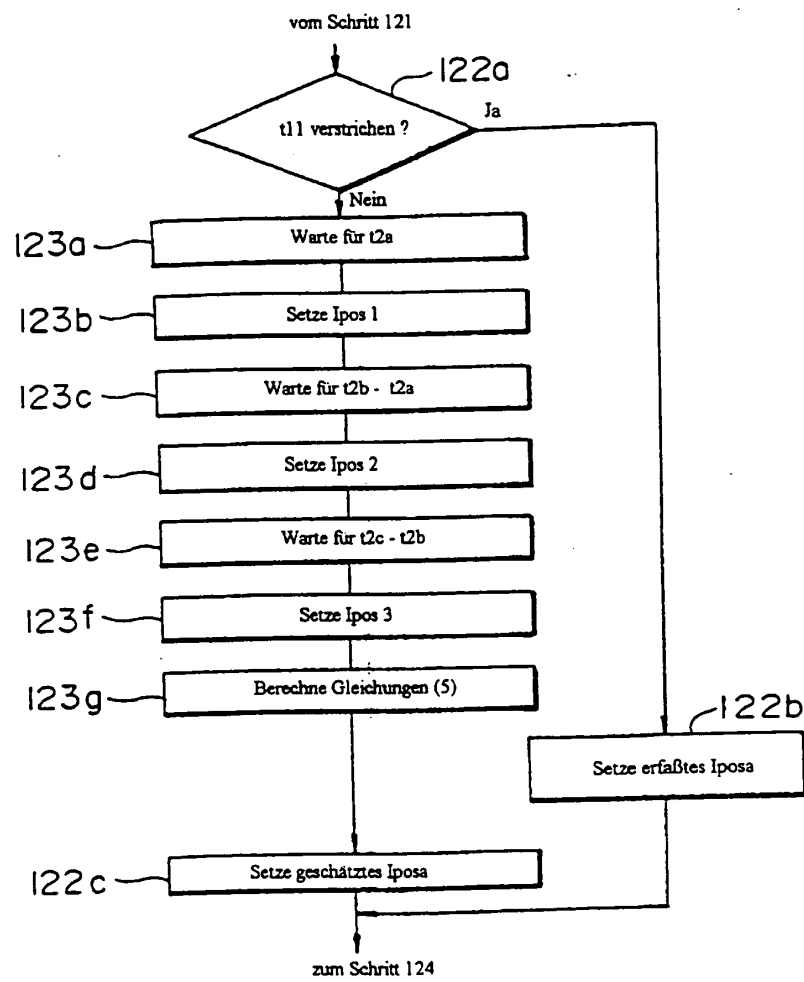


FIG. 26

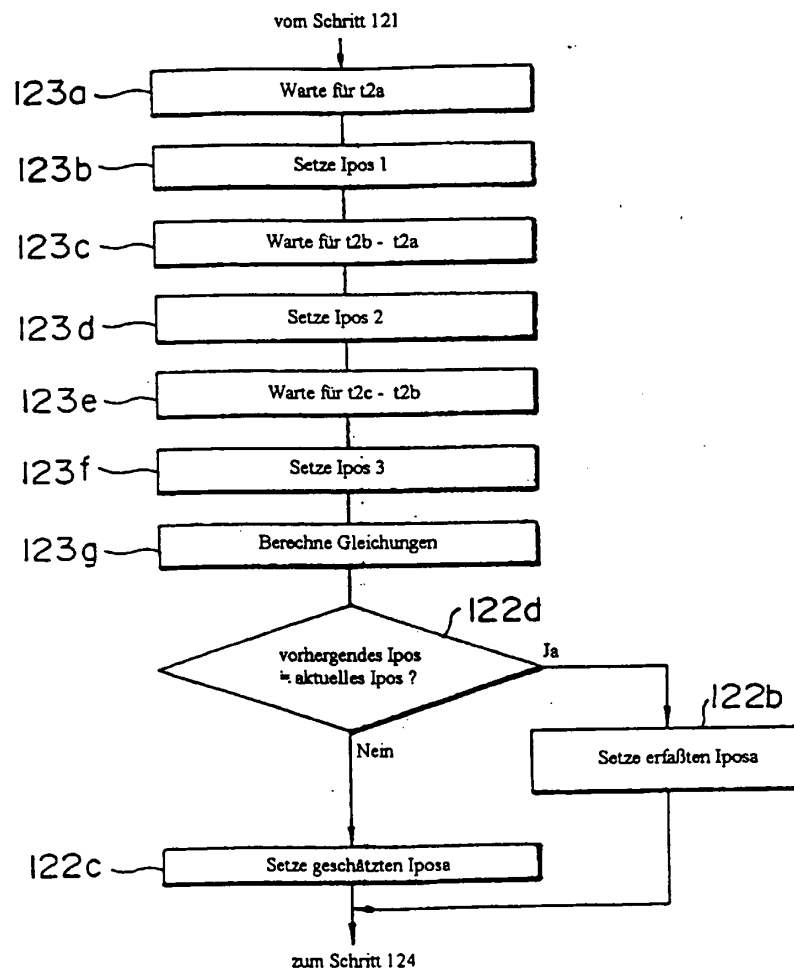


FIG. 27

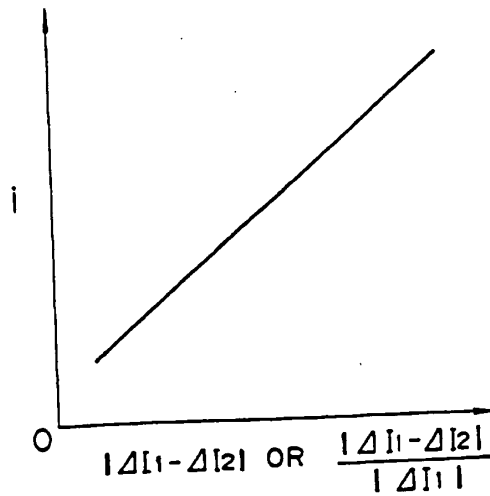


FIG. 28

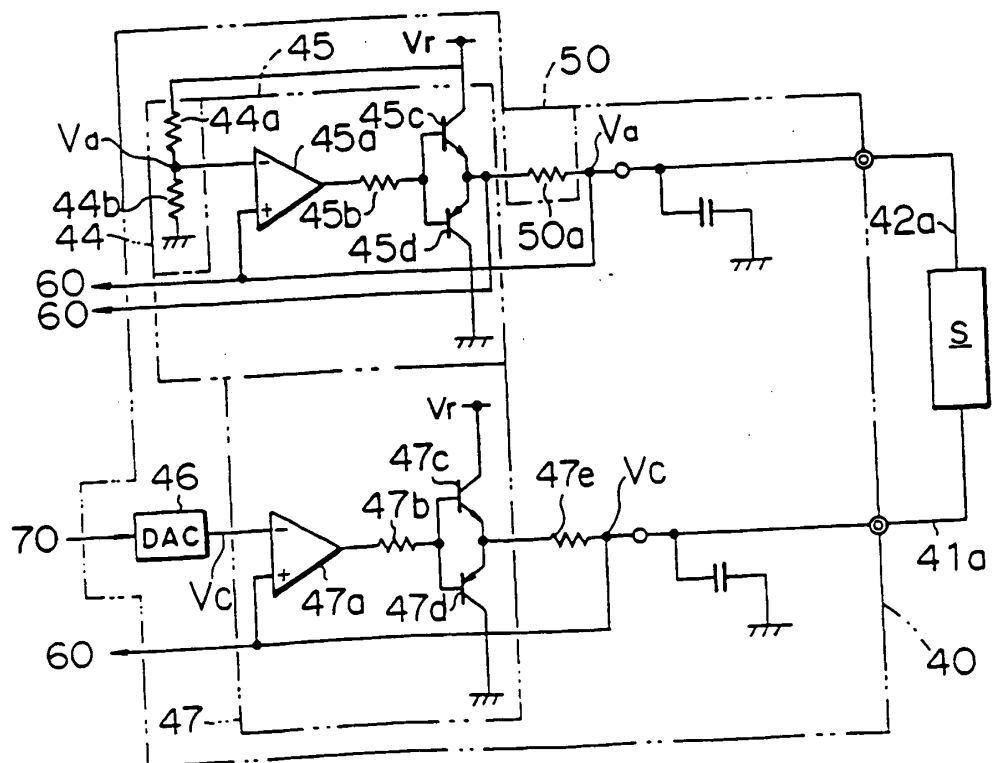
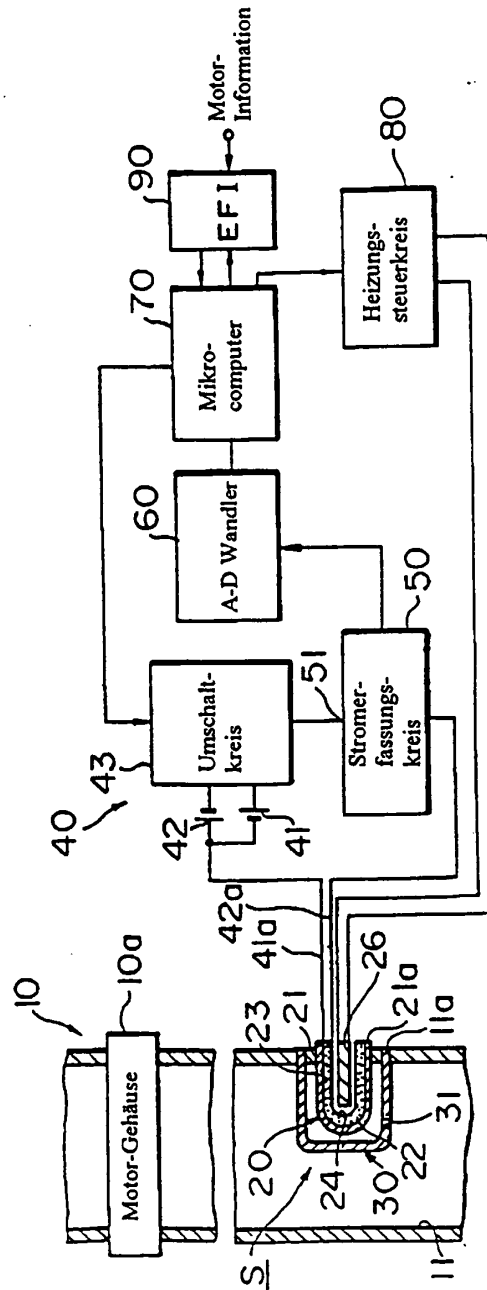


FIG. 2



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.